

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ**  
**«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**  
Механіко-машинобудівний інститут  
(повна назва інституту/факультету)

Кафедра прикладної гідроаеромеханіки та механотроніки  
(повна назва кафедри)

«На правах рукопису»  
УДК \_\_\_\_\_

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри  
\_\_\_\_\_ Луговський О.Ф.  
(підпис) (ініціали, прізвище)  
“ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

## Магістерська дисертація

зі спеціальності \_\_\_\_\_ 131 Прикладна механіка \_\_\_\_\_  
(код і назва спеціальності)

на тему: \_\_\_\_\_ Система для ультразвукового очищення води \_\_\_\_\_

Виконав (-ла): студент (-ка) 6 курсу, групи \_\_\_\_\_ МА-61м  
(шифр групи)

\_\_\_\_\_ Зимовець Андрій Олександрови \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

Науковий керівник \_\_\_\_\_ к.т.н.Гришко Ігор Анатолійович \_\_\_\_\_  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Консультант охорна праці \_\_\_\_\_ асистент Ковтун Андрій Іванович \_\_\_\_\_  
(назва розділу) (науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Рецензент \_\_\_\_\_  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)

Київ – 2018 року

**Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут»**

Факультет (інститут) \_\_\_\_\_ Механіко-машинобудівний інститут  
(повна назва)

Кафедра Кафедра прикладної гідроаеромеханіки та механотроніки  
(повна назва)

Освітньо-кваліфікаційний рівень «магістр»

Напрямок підготовки \_\_\_\_\_  
(код і назва)

Спеціальність \_\_\_\_\_ 131 Прикладна механіка  
(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Луговський О.Ф.  
(підпис) (ініціали, прізвище)

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**ЗАВДАННЯ**

**на магістерську дисертацію студенту**

Зимовець Андрій Олександрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації \_\_\_\_\_ Система для ультразвукового очищення води

науковий керівник дисертації \_\_\_\_\_ Гришко Ігор Анатлійович к.т.н,  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р. № \_\_\_\_\_

2. Строк подання студентом дисертації \_\_\_\_\_

3. Об'єкт дослідження Процес обробки води ультразвуковою кавітацією

4. Предмет дослідження Ультразвуковий кавітатор високої інтенсивності

5. Перелік завдань, які потрібно розробити 1) Виконати аналіз існуючих типів басейнів 2) виконати аналіз мікроорганізмів які живуть у воді 3) провести експерименти по впливу УЗ-кавітації на мікроорганізми 4) розглянути можливість використання УЗ-кавітації в системі водопіготовки води басейну 5) розробити стартап-проект 6) розробити вимоги до приміщення згідно нормативів охорони праці

6. Орієнтовний перелік ілюстративного матеріалу 8 плакатів \_\_\_\_\_

7. Орієнтовний перелік публікацій 2 публікації \_\_\_\_\_

8. Консультанти розділів дисертації

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Ковтун Андрій Іванович		

9. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Строк виконання етапів магістерської дисертації	Примітка

Студент

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Зимовець А.О.  
(ініціали, прізвище)

Науковий керівник дисертації

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Гришко І.А.  
(ініціали, прізвище)

## **Пояснювальна записка до дипломного проекту**

на тему: \_\_\_\_\_ Процес обробки води ультразвуковою кавітацією \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Київ – 2018 року  
РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація загальним обсягом 118 сторінок, з яких основного тексту 70 сторінок, містить 37 ілюстрацій, 34 таблиць, 2 додатки та 37 джерело за переліком посилань.

**Актуальність теми** магістерського дослідження пов'язана з можливістю використання безреагентного методу водопідготовки для басейнів на базі ультразвукового кавітатора з високою інтенсивністю ультразвукових коливань.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Робота виконувалась в рамках теми № 2047-р, згідно з номером державної реєстрації - № 0117U007179 та кодом КВНТД І.2 15.17.21 від 01.10. 2017 р. – «Система для ультразвукового кавітаційного очищення води».

**Мета і завдання дослідження.** Метою магістерської дисертаційної роботи є - проектування системи водопідготовки басейну з застосуванням УЗ-кавітатора в якості основного компонента. Щоб досягти поставленої мети були сформульовані наступні задачі:

- виконати аналіз існуючих типів басейнів та систем водопідготовки;
- проаналізувати кількісний і якісний склад найпоширеніших мікроорганізмів які можуть знаходитись у воді басейну та методів боротьби з ними;
- розробити схему водопідготовки басейну, провести необхідні розрахунки та підібрати обладнання;
- провести експериментальні дослідження для визначення можливості знищення мікроорганізмів у воді за допомогою УЗ-кавітації.
- розглянути можливість застосування ультразвукового кавітатора як одного із заключних елементів водопідготовки в басейні.
- розробити стартап-проект, для можливості впровадження запропонованої системи від ідеї до виходу системи на ринок.
- розробити рекомендації до використання системи згідно нормативів охорони праці та запобіганню нещасних випадків.

**Об'єктом дослідження** є процес обробки води за допомогою ультразвукового кавітатора.

**Предмет дослідження** є ультразвуковий кавітатор високої інтенсивності.

**Методи дослідження.** Методи математичного моделювання, обчислювальні та натурні експерименти.

**Наукова новизна результатів.** Проведений статистичний аналіз попередніх робіт, по застосуванню ультразвукової кавітації для знезараження рідин, дав можливість спрогнозувати можливість застосування ультразвукового кавітатора в якості основного елемента системи водопідготовки.

**Практичне значення результатів.** Отримані в ході дисертаційного дослідження дані дали змогу розрахувати та підібрати комплектуючі для комбінованої системи водопідготовки басейну. Експериментальні дослідження показали можливість використання ультразвукового кавітатора для реальних об'єктів водопідготовки.

**Апробація результатів роботи.** Основні положення магістерської дисертації були висвітлені на НАУКОВІЙ КОНФЕРЕНЦІЇ УКРАЇНИ, 2017-XVIII «ПРОГРЕСИВНА ТЕХНІКА, ТЕХНОЛОГІЯ ТА ІНЖЕНЕРНА ОСВІТА» яка проходила в Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» 29 червня 2017р., та на всеукраїнській науково-технічній конференції молодих вчених та студентів "Інновації молоді - машинобудуванню", м. Київ, НТУУ «КПІ ім Сікорського», 2018 р.

**Публікації.** За матеріалами магістерської дисертації було опубліковано 2 наукові праці, а саме 2 тез доповідей.

КАВІТАЦІЯ, УЛЬТРАЗВУК, ЗНЕЗАРАЖЕННЯ, УЛЬТРАЗВУКОВИЙ КАВІТОТОР, ФІЛЬТРАЦІЯ, ВОДОПІДГОТОВКА, БАСЕЙН, ВОДА, МІКРООРГАНІЗМ.

## ABSTRACT

Master's dissertation with the total volume of 118 pages, of which the main text is 70 pages, contains 37 illustrations, 34 tables, 2 add-ons and 37 sources according to the list of references.

**The urgency of the topic of the master's study** is related to the possibility of using a non-reagent water treatment method, for pools, based on an ultrasonic cavitator, with a high intensity of ultrasonic vibrations.

**Connection of work with scientific programs, plans, themes.** The work was carried out within the framework of theme № 2047-p, according to the state registration number - No. 0117U007179 and the code KVNTD I.2 15.17.21 dated 01.10. 2017 - "System for ultrasonic cavitation water treatment".

**The purpose and tasks of the study.** The purpose of the master's thesis is to design a treatment water system for swimming pool, with using the ultrasonic cavitator as the main component. To achieve the goal, the following tasks were formulated:

- carry out an analysis of existing types of pools and water treatment systems;
- to analyze the quantitative and qualitative composition of the most common microorganisms that can be found in the water of the basin and methods of combating them;
- to develop a water treatment scheme for the pool, to make the necessary calculations and to select the equipment;
- to conduct experimental studies to determine the possibility of destruction of microorganisms in water using ultrasound cavitation.
- consider the use of an ultrasonic cavitator as one of the final elements of water treatment in the pool.
- to develop a startup project, for the possibility of introducing the proposed system from idea to system exit to the market.
- to develop recommendations for the use of the system in accordance with the standards of labor protection and accident prevention.

The object of research is the process of water treatment using an ultrasonic cavitator.

The subject of the study is an ultrasonic cavitator of high intensity.

Research methods. Methods of mathematical modeling, computational and natural experiments.

**Scientific novelty of the results.** The statistical analysis of previous works on the application of ultrasonic cavitation, for disinfecting fluids made it possible to predict the possibility of using an ultrasonic cavitator as the main element of the water treatment system.

**The practical value of the results.** The data obtained in the course of the dissertation resulted in the calculation and selection of components for the combined water treatment system of the pool. Experimental studies have shown the possibility of using an ultrasonic cavitator for real water treatment facilities.

**Approval of the results of work.** The main provisions of the master's dissertation were highlighted at the SCIENTIFIC CONFERENCE OF UKRAINE, 2017-XVIII "PROGRESSIVE TECHNOLOGY, TECHNOLOGY AND ENGINEERING EDUCATION" held at the National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute named after Igor Sikorsky" on June 29, 2017, and at the All-Ukrainian Scientific and Technical Conference Young Scientists and Students "Innovations of Youth - Engineering," Kyiv, NTUU "KPI im Sikorsky", 2018

**Publications** The materials of the master's dissertation were published 2 scientific papers, namely, 2 abstracts.

CALCULATION, ULTRASOUND, DISABILITY, ULTRASONIC CAVITADOR, FILTRATION, WATER PREPARATION, BASIN, WATER, MICROORGANISM.



## РЕФЕРАТ

Магистерская диссертация общим объемом 117 страниц, из которых основного текста 70 страниц, содержит 37 иллюстраций, 34 таблиц, 2 Приложения и 37 источник по перечню ссылок.

**Актуальность темы магистерской исследования.** Связана с возможностью использования безреагентного метода водоподготовки для бассейнов на базе ультразвукового кавитатора с высокой интенсивностью ультразвуковых колебаний.

Связь работы с научными программами, планами, темами. Работа выполнялась в рамках темы № 2047-р, согласно номером государственной регистрации - № 0117U007179 и кодом КВНТД И.2 15.17.21 от 01.10. 2017 - «Система для ультразвуковой кавитационной очистки воды».

**Цель и задачи исследования.** Целью магистерской диссертационной работы является - проектирование системы водоподготовки бассейна с применением УЗ-кавитатора в качестве основного компонента. Чтобы достичь поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

- выполнить анализ существующих типов бассейнов и систем водоподготовки;
- проанализировать количественный и качественный состав распространенных микроорганизмов которые могут находиться в воде бассейна и методов борьбы с ними;
- разработать схему водоподготовки бассейна, провести необходимые расчеты и подобрать оборудование;
- провести экспериментальные исследования для определения возможности уничтожения микроорганизмов в воде с помощью УЗ-кавитации.
- рассмотреть возможность применения ультразвукового кавитатора как одного из заключительных элементов водоподготовки в бассейне.
- разработать стартап-проект, для возможности внедрения предложенной системы от идеи до выхода системы на рынок.
- разработать рекомендации к использованию системы согласно нормативам охраны труда и предотвращению несчастных случаев.

Объектом исследования является процесс обработки воды с помощью ультразвукового кавитатора.

**Предмет исследования является.** Ультразвуковой кавитатор высокой интенсивности.

**Методы исследования.** Методы математического моделирования, вычислительные и натурные эксперименты.

**Научная новизна.** Проведенный статистический анализ предыдущих работ, по применению ультразвуковой кавитации для обеззараживания жидкостей, дал возможность спрогнозировать возможность применения ультразвукового кавитатора в качестве основного элемента системы водоподготовки.

**Практическое значение результатов.** Полученные в ходе диссертационного исследования данные позволили рассчитать и подобрать комплектующие для комбинированной системы водоподготовки бассейна. Экспериментальные исследования показали возможность использования ультразвукового кавитатора для реальных объектов водоподготовки.

**Апробация результатов работы.** Основные положения магистерской диссертации были освещены на НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ УКРАИНА, 2017 XVIII «прогрессивной техники, ТЕХНОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ОБРАЗОВАНИЕ», которая проходила в Национальном техническом университете Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского» 29 июня 2017., И на всеукраинской научно-технической конференции молодых ученых и студентов "Инновации молодежи - машиностроению", г.. Киев, НТУУ «КПИ им Сикорского», 2018

**Публикации.** По материалам магистерской диссертации было опубликовано 2 научные работы, а именно 2 тезисов докладов.

Кавитация, УЛЬТРАЗВУК, ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ, УЛЬТРАЗВУКОВОЙ КАВИТОТОР, ФИЛЬТРАЦИЯ, ВОДОПОДГОТОВКА, БАСЕЙН, ВОДА, микроорганизмов.

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	14
ВСТУП	16
РОЗДІЛ 1. ІСНУЮЧІ ТИПИ БАСЕЙНІВ ТА СИСТЕМ ВОДОПІДГОТОВКИ	18
1.1. Існуючі схеми фільтрації води в басейні.	18
1.2 Системи водопідготовки в басейнах.	20
1.2.1 Механічні фільтри	20
1.2.2 Електрофізичні фільтри для басейнів	22
1.2.3 Хімічна обробка води в басейні.	25
1.3. Комбіновані системи фільтрації	27
РОЗДІЛ 2. МІКРООРГАНІЗМИ, МЕТОДИ ВПЛИВУ НА НИХ ТА ВИОМГИ ДО ВОДИ.	29
2.1 Мікроорганізми	29
2.2 Методи впливу на мікроорганізми	37
2.2.1 Хімічні способи обеззараження води	38
2.2.2 Інші реагенти.	41
2.2.3 Фізичні методи очищення.	42
2.2.4 Очистка води ультрафіолетом	42
2.2.5 Очистка ультразвуком	43
РОЗДІЛ 3. ПРОВЕДЕННЯ ТЕОРЕТИЧНОГО РОЗРАХУНКУ БАСЕЙНУ ТА СИСТЕМИ ВОДОПІДГОТОВКИ, ПІДБІР ОБЛАДНАННЯ.	45
3.1. Розрахунок потоку рециркуляції (продуктивності) системи водопідготовки.	46
3.2 Підбір рециркуляційних насосів	47
3.3.Розрахунок багат шарових освітлювальних фільтрів.	48
3.4 Визначення обсягу балансного резервуару.	51
3.5 Розрахунок потужності теплообмінника для нагріву і підтримки необхідної температури води в басейні.	52
3.6 Розрахунок дозування коагулянту.	54
3.7 Розрахунок дозування рН коректора води	56
3.8 Розрахунок і підбір системи УФ-опромінення.	58
3.9 Розрахунок основних трубопроводів системи рециркуляції.	58

3.10 Контрольно вимірювальна станція BWT BERMUDA-MSR	60
РОЗДІЛ 4. ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	62
4.1 Вибір та огляд зразків для проведення експерименту.	62
4.2 Попередній експеримент.	64
4.3 Планування багатофакторного експерименту	65
4.3.1. Розробка методики експерименту та оцінка точності вимірювань	65
4.3.2. Результати експериментальних досліджень	70
4.4 Експеримент з урахуванням багатофакторного плануванням експерименту.	72
4.5 Розрахунок можливості використання УЗ-кавітації.	77
4.6 Апробація.	79
РОЗДІЛ 5. РОЗРОБКА СТАРТАП – ПРОЕКТУ.	86
5.1. Опис ідеї проекту	86
5.2. Технологічний аудит ідеї проекту	87
5.3. Аналіз ринкових можливостей запуску стартап проекту	87
5.3.1. Аналіз попиту: наявність попиту, обсяг, динаміка розвитку ринку.	87
5.3.2. Визначення потенційних груп клієнтів, їх характеристики, та формування орієнтовних вимог до товару для кожної групи	88
5.3.3. Проведення аналізу ринкового середовища: формування таблиці факторів, що сприяють ринковому впровадженню проекту, та факторів, що йому перешкоджають	88
5.3.4. Проведення аналізу пропозиції: визначення загальних рис конкуренції на ринку	89
5.3.5. Проведення більш детального аналіз умов конкуренції в галузі	89
5.3.6 Визначається та обґрунтовується перелік факторів конкурентоспроможності.	90
5.3.7. Фінальним етапом ринкового аналізу можливостей впровадження проекту є складання SWOT-аналізу (матриці аналізу сильних (Strength) та слабких (Weak) сторін, загроз (Troubles) та можливостей (Opportunities) на основі виділених ринкових загроз та можливостей, та сильних і слабких сторін.	91
5.4. Розроблення ринкової стратегії проекту	92
5.4.1. Визначення стратегії охоплення ринку: опис цільових груп потенційних споживачів	92
5.4.2. Для роботи в обраних сегментах ринку необхідно сформулювати базову стратегію розвитку	92

5.4.3 Вибір стратегії конкурентної поведінки	92
5.5. Розроблення маркетингової програми стартап-проекту.	93
5.5.1. Формування маркетингової концепції товару, який отримує споживач.	93
5.5.2. Визначення цінових меж, якими необхідно керуватись при встановленні ціни на потенційний товар.	93
5.5.3. Наступним кроком є визначення оптимальної системи збуту, в межах якого приймається рішення.	94
5.5.4. Останньою складовою маркетингової програми є розроблення концепції маркетингових комунікацій, що спирається на попередньо обрану основу для позиціонування, визначену специфіку поведінки клієнтів	94
5.6 Висновки	95
РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	96
6.1 Основні положення	96
6.2.Оцінка приміщення	96
6.3.Аналіз мікрокліматичних умов	98
6.4.Розрахунок освітлення	98
6.5. Електробезпека	101
6.6. Пожежна безпека та Оцінка пожежної обстановки під час аварії на вибухонебезпечному об'єкті	102
Загальні висновки	104
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	104
ДОДАТОК А	106
ДОДАТОК Б	113

# ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

$L$	Довжина басейна	[м]
$B$	Ширина басейна	[м]
$H$	Глибина басейна	[м]
$L$	Периметр	[м]
$A$	Площа дзеркала води	[м <sup>2</sup> ]
$V$	Об'єм басейна	[м <sup>3</sup> ]
$T$	Температура води	[°C]
$Q$	Витрата	[м <sup>3</sup> /год]
$D$	Діаметр	[м]
$n$	кількість фільтрів	[Шт]
$V_1$	обсяг води, необхідний для розпушування матеріалу;	[м <sup>3</sup> ]
$g_1$	Швидкість фільтрування	[м / год]
$A_f$	площа фільтруючої поверхновсті одного фільтру	[м <sup>2</sup> ]
$V_2$	обсяг води, необхідний для зворотного промивання;	[м <sup>3</sup> ]
$g_2$	Швидкість фільтрування	[м / год]
$V_3$	обсяг води скидання першого фільтрату	[м <sup>3</sup> ]
$Q_{\Phi}$	витрата через фільтр	[м <sup>3</sup> /год]
$V_{бр}$	Об'єм балансного резервуару:	[м <sup>3</sup> ]
$N$	Потужність теплообмінника	[Вт]
$Q_{доз}^{коаг}$	Витрата коагулянту	[л/год]
$Q_{доз}^{дез}$	Витрата дезінфікуючого розчину	[л / год]
$Q_{доз}^{pH}$	Витрата розчину рН коректора	[л/год]
$C_{коаг}$	Концентрація коагулянту у воді	[г / м <sup>3</sup> ]
$L_{коаг}$	концентрація коагулянту в товарному продукті	[г / л]
$C_{дез}$	концентрація для солей алюмінію	[г / м <sup>3</sup> ]
$C$	питома теплоємність води за год	[Вт/л°С]
$\tau$	тривалість первинного нагріву води в басейні	[години]
$Z$	втрати тепла за год	[Вт /м <sup>2</sup> ]
$d_{всмок}$	Діаметр всмоктувального трубопроводу	[Мм]
$d_{напір}$	Діаметр напірного трубопроводу	[Мм]
$Q_{перелив}$	Загальна витрата	[м <sup>3</sup> /год]
$C_{LA}$	кількість життєздатних клітин	[КУО/мг]

$V_{\text{кам.}}$	об'єм камери	[см <sup>3</sup> ]
$P$	потужність	[Вт]
$t$	час обробки	[Хв]
$z$	Коеф. нелінійності часу обробки	безрозмірна
$j$	Номер фактора	безрозмірна
$k$	Кількість факторів	безрозмірна
$y$	Цільова функція	безрозмірна
$R$	Коефіцієнт кореляції	безрозмірна
$n_{\text{відк}}$	Число вимірювань, що відкидається	безрозмірна
$h$	висота	[м]
$l$	довжина	[м]
$b$	ширина	[м]
$e_{\text{н}}^{IV}$	показником природного освітлення в IV поясі світлового клімату	безрозмірна
$m$	Коефіцієнт світлового клімату	безрозмірна
$c$	Коефіцієнт сонячності	безрозмірна
$e_{\text{н}}^{III}$	Значення КПО в III поясі світлового клімату.	безрозмірна
$\Phi_{\text{л}}$	Світловий потік лампи	[Лм]
$\eta$	Коефіцієнт використання світлового потоку, приймаємо	безрозмірна
$S$	Площа освітлюваного приміщення	[м <sup>2</sup> ]
$E$	Нормована освітленість	[Лк]
$VP_{\text{ф2}}$	Ступінь руйнування	[кПа]

## ВСТУП

Після купання однієї людини в басейні, з її організму в воду потрапляє близько 30000 [1] мікроорганізмів, крім того в басейні може опинитись - волосся, частинки шкіри. У відкритих басейнах до зазначеного вище додається пил, листя, різні дрібні комахи. Все це служить відмінною середою для живлення та розмноження мікроорганізмів. До недавнього часу проблему вирішували шляхом заселенням живих організмів у воду, які харчувалися мікроорганізмами, або шляхом повної заміни води в басейні.

Для належного підтримання якості води в басейні, тобто, щоб вона була завжди чистою та прозорою, її необхідно періодично чистити. Для цього застосовують спеціальні механічні та бактеріальні фільтри.

Якщо питання механічної фільтрації можливо вирішити досить таки просто, то так легко позбутися бактеріального забруднення не виходить. Людство вже багато часу намагається вирішити проблему найбільш ефективного та раціонального методу впливу на мікроорганізми які проживають у воді, щоб з найменшими матеріальними втратами позбутись, від них. Існують жорсткі вимоги щодо якості води з якою людина може контактувати, наприклад питна вода, стічні води, вода в якій людина може купатись і т.д. Для дотримання цих вимог існує декілька методів впливу на мікроорганізми, до яких можна віднести: хімічні або реагенти; фізичні або без реагентів; комбіновані.

Аналіз ринку басейнів показав, що басейни бувають декількох типів: проточні (проточний водообмін); наливні (водообмін з періодичною зміною води); рециркуляційні (рециркуляційний обмін води).

Рециркуляційна система найпоширеніша в басейнах будь-якого призначення, для спортивного (масового) чи особисто користування. Басейни з рециркуляційним обміном води за своєю конструкцією можуть бути скіммерними або переливними. В обох з цих видів вода для очищення береться з її дзеркала, тобто з верхньої частини, одночасно з цим відбувається забір води з дна басейну для можливості видалення важких часточок бруду, що осіли на його дні.

Ринок басейнів, на превеликий жаль, в Україні не розвинутий. На це є декілька причин, але в країнах Південної та Північної Америки та в країнах де майже цілий рік літо, басейн є невід'ємною частиною кожного готелю та заднього дворику в домі. Проаналізувавши ринок водопідготовки для басейнів, стало зрозуміло, що систем з ультразвуковими кавітаторами в якості одного з основних блоків водопідготовки в даній сфері не існує, а перспектива їх використання зазначається в багатьох наукових працях, метою магістерської дисертаційної роботи є - проектування системи водопідготовки



басейну з застосуванням УЗ-кавітатора в якості основного компонента. Щоб досягти поставленої мети були сформульовані наступні задачі:

- виконати аналіз існуючих типів басейнів та систем водопідготовки;
- проаналізувати кількісний і якісний склад найпоширеніших мікроорганізмів які можуть знаходитись у воді басейну та методів боротьби з ними;
- розробити схему водопідготовки басейну, провести необхідні розрахунки та підібрати обладнання;
- провести експериментальні дослідження для визначення можливості знищення мікроорганізмів у воді за допомогою УЗ-кавітації.
- розглянути можливість застосування ультразвукового кавітатора як одного із заключних елементів водопідготовки в басейні.
- розробити стартап-проект, для можливості впровадження запропонованої системи від ідеї до виходу системи на ринок.
- розробити рекомендації до використання системи згідно нормативів охорони праці та запобіганню нещасних випадків .

## РОЗДІЛ 1. ІСНУЮЧІ ТИПИ БАСЕЙНІВ ТА СИСТЕМ ВОДОПІДГОТОВКИ.

В більшості випадків за своєю конструкції басейни бувають трьох типів, проточні (проточний водообмін), наливні (водообмін з періодичною зміною води) та рециркуляційні (рециркуляційний обмін води). Рециркуляційна система найпоширеніша в конструкціях басейнів будь-якого призначення. Як зазначалось раніше, басейни з рециркуляційним обміном води можуть бути скіммерними чи переливними.

### 1.1. Існуючі схеми фільтрації води в басейні.

До конструктивних особливостей переливних басейнів можна віднести наступне. Вода яка переливається з країв його чаші потрапляє в спеціально влаштовані стоки, за допомогою яких вона транспортується в резервний бак, а вже звідти вона подається до цілої системи фільтрації. Водяне дзеркало в переливних басейнах знаходиться на одному рівні з його бортиком. Так, як значна частина забруднень знаходиться в верхньому шарі, із-за постійної рециркуляції, то і в стічні канали потрапляє найзабрудненіша її частина. Але при відсутності руху в басейні води, відсутня рециркуляція, дана система не придатна, тобто цю схему можливо використовувати лише для стаціонарних басейнів, для надувних і каркасних вона непридатна. Система фільтрації води в переливному басейні наведена на Рис 1.1.

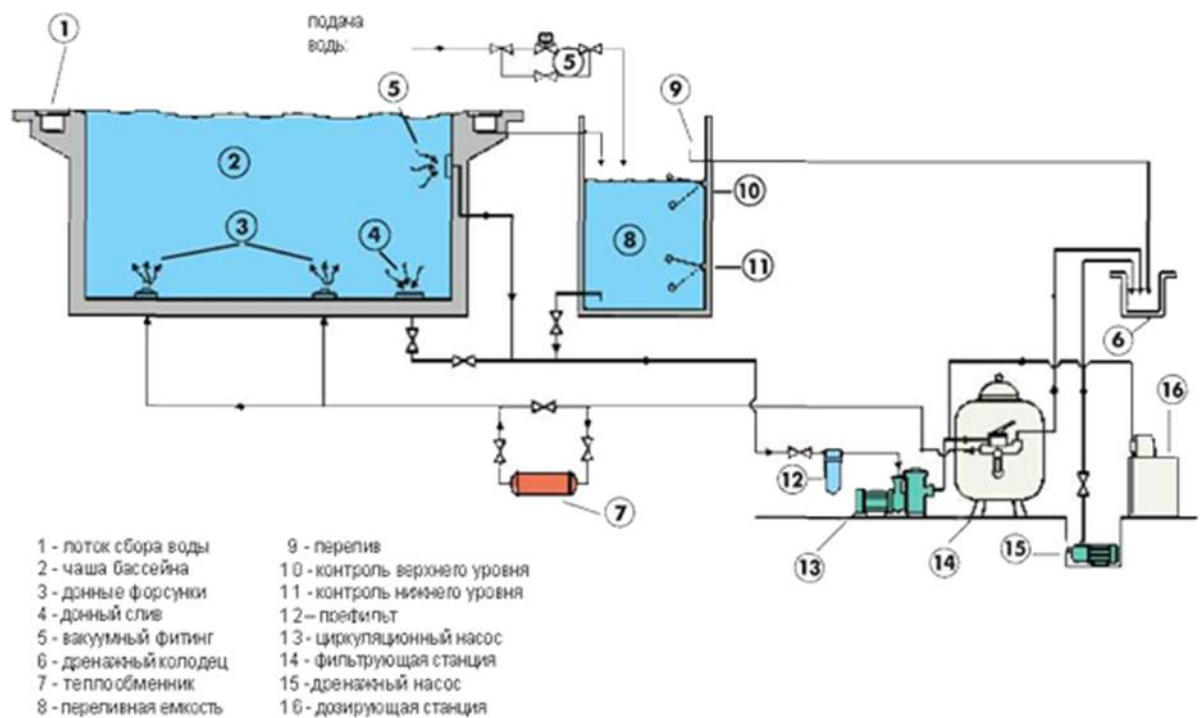


Рис 1.1 Схема фільтрації води в переливному басейні [15].

Стосовно особливостей скріммерних басейнів слід зазначити наявність у них спеціальних всмоктуючих отворів, які розташовуються у верхній частині стінок басейну. Якщо споруда не стаціонарна, для надувних і каркасних басейнів, то скрімери вішають на бортик, занурюючи їх на невелику глибину. При такому типі водозабору водяне дзеркало знаходиться нижче верхнього краю бортика басейну, приблизно на 20-30 см. При такому типу водовідбору теж є свої недоліки, до основного слід віднести дуже погану здатність системи вилучати з поверхні дзеркала води забруднення, так як всмоктувальні форсунки знаходяться значно нижче.

Звісно, що значна частина забруднень осідає, випадаючи в осад на його дні. Для видалення цього бруду потрібно замінювати воду і знизу басейну, а потім подавати її на фільтрувальні елементи. Для цього на дні басейну встановлюється, як мінімум, один водозабірний отвір. Кількість отворів звісно залежить від кількості води в басейні, рівня забрудненості та інтенсивності його використання. Для ефективної роботи скріммерних басейнів необхідно враховувати вимогу, щодо розподілу потоків водозабору. З верхніх шарів басейну необхідно подати на фільтруючий елемент 75% [1] води а через донний водозабірник лише- 25%[1]. Система фільтрації води в скрімерному басейні наведена на Рис 1.2 [1].

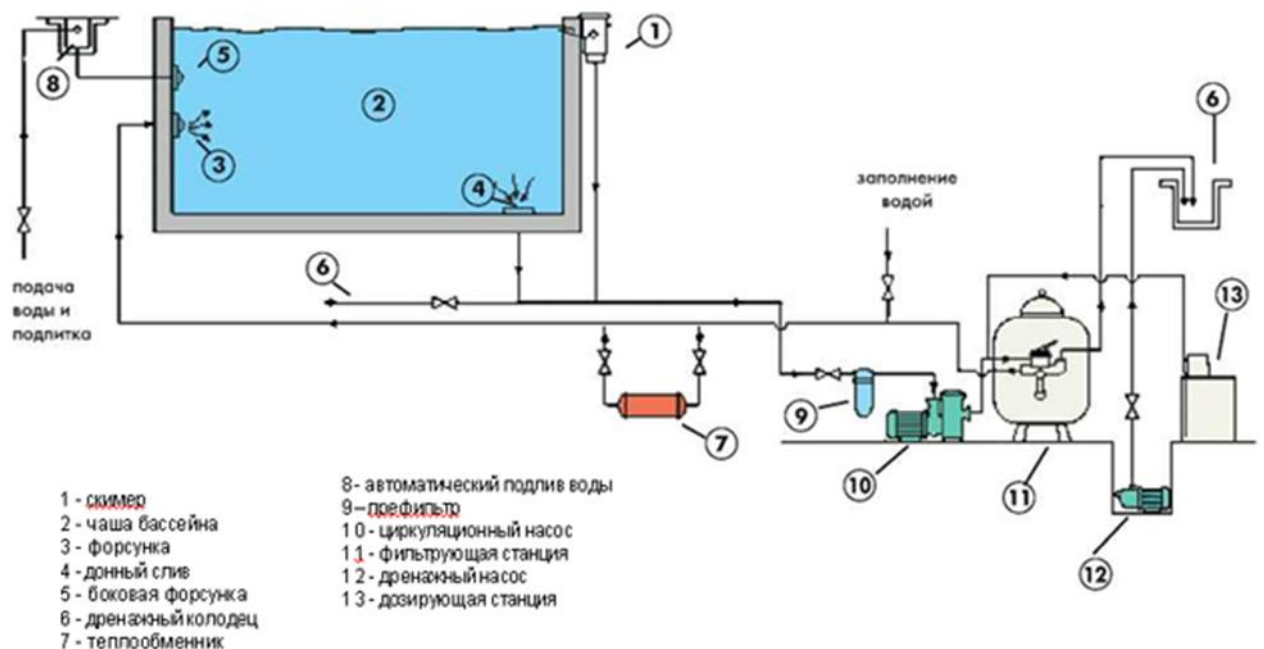


Рис 1.2 Система фільтрації води в скрімерному басейні[15]

Додатковою функцією донних отворів є можливість повного опорожнення води з басейну. Така процедура необхідна при консервуванні басейну на зиму чи капітальному ремонті, періодичному повному чищенню та дезінфекції басейну та обладнання.

За принципом роботи вода для очищення з басейну надходить на попередню фільтрацію за допомогою фільтрів грубого очищення, потім циркуляційний насос подає її на фільтруючу станцію в якій відбувається більш тонке доочищення води з басейну. Далі по шляху слідування води, в системі може бути встановлений пристрій для її підігріву. Пристрій для бактеріального очищення (хлор генератор, озонатор або інше обладнання) повинен знаходитись на фінальному етапі водо підготовки. Після всіх етапів очистки, підготовлена, чиста, тепла, без наявних в ній мікроорганізмів вона потрапляє знову в чашу басейну.

Введення рідини назад до басейну напряду залежить від його типу. При водозаборі через скріммери, очищену воду подають через спеціальні отвори які розташовують на протилежній від скімерів стіні, а в переливних типах басейнів – на його дні. Саме таке розташування зон зворотного введення в басейн води сприяє тому, що вона ре циркулює рівномірно по всьому об'єму, а це призводить до кращого теплообміну.

## 1.2 Системи водопідготовки в басейнах.

Для водопідготовки води в басейні використовують різноманітні типи фільтрів. За принципом їх дії на воду можливо розділити на:

- механічні;
- хімічні;
- комбіновані;
- електрофізичні.

### 1.2.1 Механічні фільтри

В якості фільтруючого елемента зазвичай використовують пісок, або спеціальну мембрану (тканину), також можливе використання активованого вугілля. Принцип дії зазначених вище фільтрів дуже простий (рис. 1.3). Проходячи через шар піску, мембрану або шар активованого вугілля, значна частина механічних забруднень на цих елементах і осідає, не проходячи далі в систему. На виході з цих фільтрів ми маємо воду без значної кількості механічних домішок, адже вони залишились на фільтруючому елементі. Цей варіант фільтрування не використовує хімічні реагенти, що можливо представити як

перевагу, але прийнятний він тільки для невеликих обсягів води, не більше 10 м<sup>3</sup>, тобто для невеликих басейнів на задньому дворі або надувного типу. Також можливе їх використання для невеликих збірних. Тобто. В тих конструкціях де можливо провести повну заміну води з проведенням етапу дезінфекції всіх елементів басейну та водопідготовки.

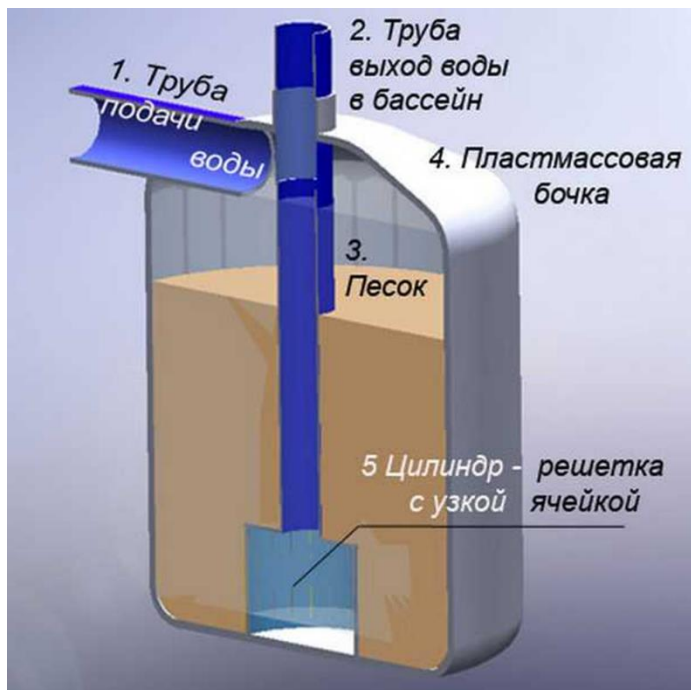


Рис 1.3 Механічний фільтр.

Залежно від типу використовуваного матеріалу в механічних фільтрах, їх розділяють.

Кварцовий фільтр для басейну. В цих фільтрах вода очищається за рахунок пропускання її через спеціально очищений пісок. Термін придатності такого фільтра в середньому становить близько трьох років, після чого його необхідно замінити, або провести повну заміну піску. Основним недоліком цього фільтру є неможливість фільтрації частинок з розміром менше 20 мкм. В якості наповнювача в цих фільтрах можливе використання кварцового піску або діатому.

Піщані фільтри на основі кварцу та діатому мають схожу конструкцію, відмінність лише в матеріалі наповнювача, який знаходиться в фільтрі. За конструкцією вони можуть бути з боковим або верхнім підключенням приєднувальних труб. В залежності від фракції піску напряму залежить ступінь фільтрації води. Строк служби вказаного фільтру, на відміну від найбільш розповсюдженого простого піщаного, не менше 5-6 років. Головним недоліком застосування даних фільтрів є той факт, що після кожного робочого дня використання піщаних фільтрів їх обов'язково необхідно піддавати очищенню. Для цього

в конструкції цих фільтрів передбачений режим промивки піску. Для цього на їх корпусі розміщений шести позиційний вентиль, який дозволяє працювати системі в декількох режимах, один з яких це промивка піску.

В діатомних фільтрах для басейну в якості наповнювача використовують раковини морських мешканців. З допомогою цих подрібнених часточок є можливість провести механічну фільтрацію з тонкістю фільтрації близько 3 мкм. Недоліком даного наповнювача є необхідність раз в півріччя повністю міняти наповнювач.

До картриджних фільтрів для басейну можливо віднести цілу систему механічних знімних фільтрів різної пропускної спроможності та тонкості фільтрації, що дозволяє затримувати частинки забруднювача розміром понад 10 мкм. До позитивних моментів цих фільтрів слід віднести відсутність необхідності чистити кожен день фільтруючий елемент. Після значного забруднення картридж можна вийняти з колби та промити, якщо бруд вже не вимивається то тільки тоді є необхідність повної заміни картриджу. Обслуговування таких фільтрів нескладне, але потрібно постійно вести журнал запасу заміни цих картриджів.

#### 1.2.2 Електрофізичні фільтри для басейнів

Електрофізичні фільтри для басейнів з'явилися на ринку обладнання для басейнів досить не давно. Для очищення води від бактеріального забруднення вони використовують озон, ультрафіолетове випромінювання, іони міді і срібла або властивості інших бактерицидних металів.

Застосування озону для очищення води в басейні (рис 1.4) це один з найбільш нешкідливих і екологічних способів. Для боротьби з шкідливими мікроорганізмами використовують потужні окисні здатності озону, який проходячи через воду, знищує всі бактерії, окислюючи їх, при цьому на процес знезараження не впливає хімічний склад води. Не використаний озон під час проведення процесу знезараження повертається в атмосферу не завдаючи шкоду навколишньому середовищу.

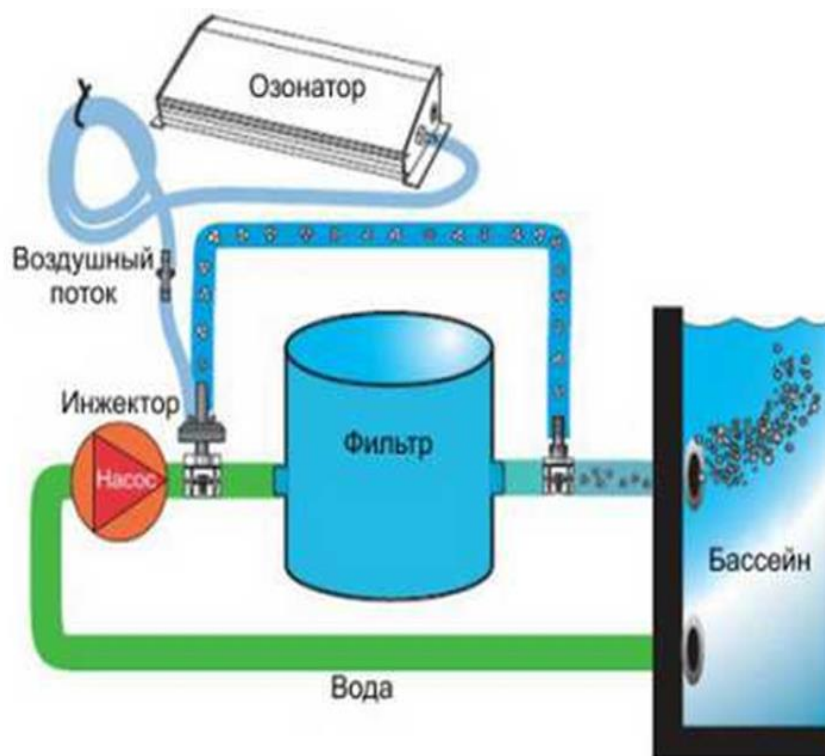


Рис 1.4 Схема очистки воды в бассейне озоном

До переваг цього методу необхідно віднести:

- Велика окислювальна активність озону дає можливість знищити практично всі шкідливі мікроорганізми.
- Після обробки води озоном не залишається сторонніх запахів в воді, адже просто збільшується кількість кисню за рахунок виникнення хімічних реакцій.

До недоліків слід віднести:

- Для можливості проведення етапу озонування потрібна спеціальна установка.
- Необхідно чітко дотримуватись дозування реагенту, адже щоб концентрація була безпечною для людини, його концентрація має бути не більше  $0,03 \text{ мг / м}^3$ .
- Вплив озону та його сполук, які можуть потрапити до організму людини ще до кінця не досліджено. Наприклад у Німеччині, використання озонаторних установок для знезараження рідин заборонено.

Спосіб знезараження води в басейні за рахунок застосування іонів срібла чи міді (рис. 1.5) заснований на процесі електролізу. Бактеріальний вплив цього способу на мікроорганізми базується на взаємодії кольорових металів, точніше їх іонів, які виділяються в воду, знищуючи бактерії і водорості за рахунок окисних процесів.

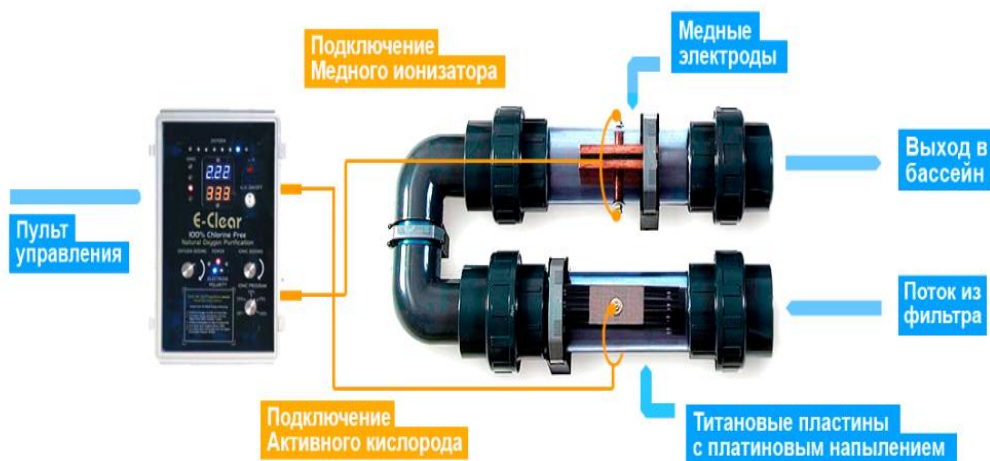


Рис. 1.5 Система очищення води електролізом міді та срібла.

Сама система запропонованого обладнання [2] являє собою невеликий за розмірами електронний блок і два електрода зі срібла та міді. Очищення води від шкідливих мікроорганізмів в басейні відбувається в кілька етапів. Спочатку вода проходить попереднє очищення в фільтраційній установці грубого чищення, за рахунок встановлення фільтрів механічної очистки а вже потім надходить в герметичну камеру реактора через встановлені в ній пластини, виготовлені зі сплавів срібла та міді. На ці пластини подають слабкий електричний струм, що призводить до виникнення безпосередньо процесу електролізу.

Після цього етапу відбувається тонка фільтрація за допомогою фільтрувальної установки тонкої очистки. При цьому велика частина іонів срібла і міді насичує пісок, що знаходиться в фільтруючому елементі, тобто відбувається додаткове знезараження води.

Говорячи про очистку води міддю та сріблом, то максимальних результатів можливо досягти лише в невеликих басейнах з встановленими в них високоякісних фільтраційних систем.

Використання ультрафіолетового випромінювання в якості бактерицидного фільтру це ще один із багатьох альтернативних способів очищення води в басейні без застосування хімічних реагентів. Ефективність застосування ультрафіолету (рис 1.6) відома багатьом, але даний метод знезараження не можливо застосувати для обробки каламутної або сильно забрудненій механічними домішками воді. Цей спосіб обробки води має можливість зберігати всі корисні властивості води, але ефект післядії відсутній. Мікроорганізми які не були знищені під час процесу знезараження потрапивши після обробки в воду успішно розмножуються. Саме тому цей метод рекомендують комбінувати з будь-яким іншим реагентним способом знезараження.



## УЛЬТРАФИОЛЕТОВОЕ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ ВОДЫ



Рис. 1.6 Схема підключення ультрафіолетового фільтра для води.

До переваг УФ способу [3] знезараження води необхідно віднести:

- Його універсальність і значну ефективність впливу на різні мікроорганізми в воді;
- Його екологічність та безпечність для життя та здоров'я людини;
- Його відносно низька ціна;
- Його невисокі експлуатаційні витрати розхідного матеріалу;
- Його низькі капітальні витрати на модернізацію;
- Його простота в обслуговуванні установки.

Основним недоліком УФ способу знезараження [3] є відсутність ефекту післядії, тобто очищена вода може знову піддатись бактеріальному забрудненню на наступних стадіях водопідготовки чи транспортування по трубопроводах.

УФ-опромінення води пагубно впливає на різні мікроорганізми, але клітинні стінки бактерій, грибів, білкові фрагменти вірусів залишаються у воді, що може служити поживною речовиною для інших мікроорганізмів.

### 1.2.3 Хімічна обробка води в басейні.

В якості активної речовини для хімічного знезараження рідини найчастіше використовують реагент: хлор, бром або активний кисень. Хлор показав себе як відмінний дезінфектор, але при контактуванні з ним чи його похідними на тілі людини може виникнути алергічна реакція. До недоліків застосування хлору також слід зазначити що хлор та всі його похідні мають стійкий неприємний запах, до хлору швидко звикають

мікроорганізми і через деякий час вони не реагують на його наявність. Ще одним фактором який обмежує застосування хлору в системах водопідготовки є те, що багато сполук хлору можуть бути отруйні чи небезпечні для людини.

В якості заміни хлору в системах водопідготовки (рис. 1.7) використовують бром. За своїми властивостями бром впливає на мікроорганізми не на багато гірше, зате він не має неприємного різкого запаху. Ефект дії на мікроорганізми дуже схожий на процес який проходить при використанні хлору.



Рис 1.7 Очистка воды в бассейне с хлорированием/бромированием

Застосування активного кисню для боротьби з мікроорганізмами, при правильному дозуванні, не завдає шкоди здоров'ю людини чи навколишньому середовищу. Він досить добре очищає воду від шкідливих мікроорганізмів, що можна віднести до позитивних моментів, але коштують такі установки досить дорого, що є основним мінусом. Очищення води в басейні за рахунок застосування активного кисню, при правильному його дозуванні один з найбільш нешкідливих та ефективних способів, але тим не менш дуже дорогих.

Для видалення з басейну малих частинок жиру і дрібних механічних забруднюючих частинок (пил, тощо), що не змогли вловити фільтри грубої та тонкої очистки, застосовують спеціальні препарати-флокулянти. Ці препарати вбирають (коагулюють) в себе дрібні частинки, при цьому частинки збільшуються в розмірах і фільтри можуть вловити ці часточки. Ці препарати необхідно використовувати в тому випадку, якщо навіть після очищення вода залишається каламутною.

Для багатьох з вище перерахованих хімічних способів знезараження існує певний рівень Ph, при якому ці способи діють досить ефективно. Тому перед введенням в рідину

хімічних реагентів необхідно проводити вимір кислотності води, для того, щоб препарати діяли більш ефективно.

### 1.3. Комбіновані системи фільтрації

З самої назви стає зрозумілим, що комбіновані системи фільтрації (рис 1.8) містять як механічні, так і хімічні фільтри або електрофізичні. Подібні системи встановлюють у великих громадських басейнах, або в великих приватних басейнах. Адже їх вартість значно перевищує окремо взяті перераховані фільтруючі елементи.



Рис 1.8 Схема водопідготовки води в стаціонарному басейні громадського користування (комбінованого типу)

Так як в даній системі можливе застосування різних типів обладнання то і їх комбінацій може побут безліч. Нижче наведено малюнок системи водопідготовки, в який входить як етап фільтрації так і етап знезараження води в великому стаціонарному басейні. Крім піщаного або картриджного фільтра тут також присутні такі блоки:

- теплообмінник, за допомогою якого для підігрівання води в басейні;
- циркуляційний насос, що забезпечує необхідний тиск та витрату в системі;
- системи озонування води (3), ультрафіолетової обробки води (2) та хлорування (4).

Тільки така багатокomпонентна система водопідготовки, яка включає в себе очищення та знезараження може гарантувати безпеку та чистоту води в громадських басейнах. Але для невеликого приватного басейну, в лазні, або в невеликому басейні на задньому дворі, цілком достатньо буде використовувати механічні фільтри грубої та тонкої очистки з періодичною заміною води. При цьому необхідно проводити механічну і хімічну очистку дна, стінок басейну та всього обладнання. А для більш великих басейнів необхідно використовувати всі інші види водопідготовки разом.

Висновки до розділу.

Оглянуто типові схеми водопідготовки басейнів, виявлено основні етапи та розглянуто принцип дії основних компонентів.

## РОЗДІЛ 2. МІКРООРГАНІЗМИ, МЕТОДИ ВПЛИВУ НА НИХ ТА ВИОМГИ ДО ВОДИ.

Бактерії в нашій воді - це небажане явище по ряду причин, які ми розглянемо далі. Бактерії в цілому визначаються за допомогою мікробіологічного аналізу води, і виражаються загальним мікробним числом (ОМЧ) з одиницею виміру "колоній утворюють одиниці" (*colony forming units* - CFU англійською мовою).

Загальне мікробне число відображає загальний рівень вмісту бактерій у воді, а не тільки тих з них, які утворюють колонії, видимі неозброєним оком на поживних середовищах при певних умовах культивування.

Бактерії в цілому, виражені загальним мікробним числом, включають кілька груп і підгруп бактерій це:

- коліформні бактерії (в тому числі термотолерантні).
- сульфїтредукуючі клостридії.

До речі, в мікробіологічний аналіз води входить і визначення вірусів (коліфаги, віруси, які пригнічують бактерій), і визначення паразитів (наприклад, лямблій).

### 2.1 Мікроорганізми

Пара слів про клостридий [16]. Клостридії - це своєрідний еталон. Вони дуже живучі, або якщо по-науковому, стійкі до знезараження, що робить їх своєрідним показником - відсутні клостридії, відсутні і інші, навіть більш небезпечні мікроорганізми. І, нарешті, звернемо увагу на найбільш поширений показник - на коліформні бактерії як один з каменів спотикання при мікробіологічному аналізі води.

Камінь спотикання, до речі, полягає в тому, що часто вважається, що це хвороботворні бактерії, і якщо ковтнути такої водички, то дезинтерії або холера починається майже відразу. Але по відношенню до коліформні бактеріям це не зовсім так. Згідно з визначенням зі словника.

Коліформні бактерії - це бактерії групи кишкової палички (БГКП, також називаються коліморфними і коліформні бактеріями) - умовно виділяється по морфологічним і культуральним ознаками група бактерій сімейства ентеробактерій, використовувана санітарної мікробіологією в якості маркера фекальної контамінації. Нормальною мовою це означає, що всі бактерії, схожі чимось на бактерію "Кишкова паличка" (*Escherichia coli*, по імені Теодора Ешеріхія; скорочено *E.coli*), який об'єднав в одну групу, названу "коліформні бактерії", тобто, бактерії, схожі на "*E.coli*". Крім того,

коліформні організми є зручними мікробними індикаторами якості питної води і в цій якості застосовуються вже багато років. Пов'язано це, в першу чергу, з тим, що вони легко піддаються виявленню і кількісному підрахунку.

Термін "коліформні організми" (або по іншому коліформні бактерії) відноситься до класу грамнегативних бактерій, які мають форму паличок, живуть вони в основному та розмножуються в відділі нижнього травного тракту людини і більшості теплокровних тварин (наприклад, птахи та домашні тварини). Отже, потрапляють вони в воду, як правило, з фекальними стоками і мають здатність виживати в ній, як правило, протягом декількох тижнів, хоча і позбавлені (в переважній більшості) здатності до розмноження.

Відповідно, якщо дані бактерії знаходяться в питній воді, то це означає, що є вірогідність забруднення води стічними водами.

Ну і по-друге, якщо серед коліформних бактерій є хвороботворні штами (хвороботворні різновиди) бактерій, то можливо і виникнення захворювань. Крім того, серед коліформних бактерій часто визначається ще одна група-термотолерантні коліформні бактерії. Це бактерії, які схожі на "Кишкову паличку", і здатні перетравлювати їжу при більш високих температурах (44 - 45 °C) і включають власне рід *Escherichia* (більш відомий як *E.Coli*) і деякі інші.

Термотолерантні коліформні бактерії виділяються в окрему підгрупу в мікробіологічному аналізі, оскільки свідчать про недавнє фекального забруднення. Крім того, їх відносно просто визначити.

Як би там не було, будь-який підвищений вміст бактерій у воді - це тривожна ознака, і при його появі потрібно щось робити з водою.

Тому можна зробити висновок: бактерій не повинно бути у воді не тільки тому що вони можуть привести до хвороби, а й тому що вони - індикатор забруднення води побічними продуктами (наприклад, занадто багато органіки, фекальні води і т.д.). Іншими словами, ці дані не мають великого значення для виявлення фекального забруднення і не повинні вважатися важливим показником при оцінці безпеки систем питного водопостачання, хоча раптове збільшення числа колоній при аналізі води з підземного вододжерела може служити раннім сигналом забруднення водоносного горизонту.

Відповідно, бактерії в нашій воді - це не те, що там має бути.

Криптоспоридія (рис 2.1) - коли місто відкачує воду для своїх жителів, перші кроки, через які проходить рідина, фільтрації та дезінфекція. Необхідність такого дії очевидна, тому як вода з річок та озер переповнена різними бактеріями.

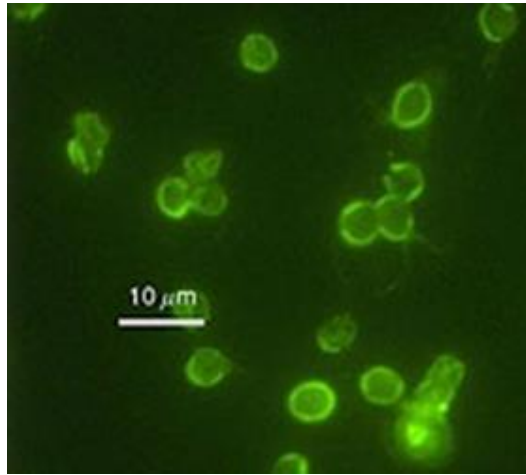


Рис 2.1 Криптоспоридія

Завдяки фільтру більшість бактерій залишають воду. Однак, ключове слово в попередньому реченні - це "більшість", тому як навіть найсучасніші методи фільтрації не є непогрішними.

Для багатьох людей це означає, що щодня вони випивають деякі дози криптоспоридий. Ці істоти є найпростіших одноклітинних організмів, і відомі тим, що доставляють людям "незручності" у вигляді діареї, стан, який ласкаво прийнято називати "криптоспоридіоз".

Ці організми функціонують як паразити, фіксуючи на кишечнику і відкладаючи яйця у фекаліях людини, так вони і поширюються: коли питна вода забруднюється інфікованими фекаліями, "істоти" знаходять нових господарів. В більшості випадків після фільтрації 99 відсотків цих паразитів гинуть, проте, вірогідність зараження все одно залишається. Наприклад, в 1998 році в Сіднеї, в Австралії, було зафіксовано різке збільшення вмісту цих найпростіших у воді.

Анабена (рис 2.2) - ця ціанобактерія [16] живе в прісних водоймах по всьому світу, зокрема, в Австралії, Європі, Азії, Новій Зеландії та Північній Америці. Ціанобактерії, як годиться, були одними з перших багатоклітинних організмів, що з'явилися на Землі. Вони еволюціонували, щоб "робити" деякі дуже цікаві речі. У випадку з анабеною мова йде про виробництво нейротоксин. Відкриття анатоксину-а було одним з перших випадків, коли світ дізнався про те, що ціанобактерії виробляють нейротоксини. Причому, дізналися ми про це "з розмахом": в 1950-х роках відбувалися масові отруєння худоби на тваринницьких фермах в США і в Європі через забрудненої води.



Рис 2.2 Анабена

Коловертки (рис 2.3) - є досить поширеним мікроорганізмом, який можна знайти майже в усьому світі, будь-де. Вони являються одними з найвідоміших забруднювачів питної води, які можуть вирости до 1мм. Таким чином, їх можна побачити неозброєним оком.



Рис 2.3 Коловерти [16].

Деякі з них можуть плавати, інші повзають, але ніхто з цих мікроорганізмів не був помічений в заподіянні ніякої шкоди людині. І це дуже добре, тому що у водопровідній воді їх можна досить часто зустріти. Негативним є той момент, що присутність коловерток в системі муніципального водопостачання говорить про присутність проблеми з фільтрацією води, тому це дуже великий мікроорганізм, вони не повинні жити в трубах з водопровідною вологою. Більш того, вчені підтвердили, що коловертки можуть виступати в якості "будинків" для найпростіших організмів, таких бактерій як криптоспоридії. Тобто присутність коловертки є свого роду сигналом, який говорять нам про те, що з системою відбувається щось недобре, тому обов'язково потрібно прийняття відповідних



Копеподи (рис 2.4) – ці мікроорганізми є ще більш поширені, в порівнянні з коловрадками. Вони можуть виростати розмірами до 2 мм, і насправді вони є типом ракоподібних організмів, виглядають як мініатюрні креветки. І вони живуть всюди.



Рис 2.4 Копеподи [16].

Виглядають вони, безумовно як, дуже огидний, і навіть не хочеться уявити, що їх люди п'ють, перуть одяг в них, і навіть в них купаються. Але, у всякому разі, їх існування призначене для іншого, тому як харчуються вони токсинами.

Знову зазначмо той факт, що подібної ракоподібні мікроорганізми знаходяться в питній воді, причому це далеко не тільки в країнах минулого СРСР вони є як в європейських країнах, так і на території США, це говорить про наявність великих проблем з очисною системою.

Кишкова паличка - усі ми знаємо про існування кишкової палички, яка живе в, на і навколо фекалій. Це легенда світу бактерій, про неї можна говорити нескінченність.

Її можна знайти абсолютно в будь-якому середовищі, їжі чи воді. Варто відзначити, що кишкова паличка, наявна в усій питній воді, але є рівні її концентрації, які вважаються безпечними для її вживання.

В різних країнах встановлено свій допустимий рівень вмісту кишкової палички (рис 2.5), в середньому - це можливе утримання її до 5 зразків води зі сотні. Тобто якщо в п'яти відсотках води буде міститись кишкова паличка, то така вода все одно буде надходити та буде пригідна для вживання жителями міста. Тому ризики того, що вранці в своїй склянці води ви знайдете кишкову паличку, збільшується з кожною сотою і тисячної частки відсотка.

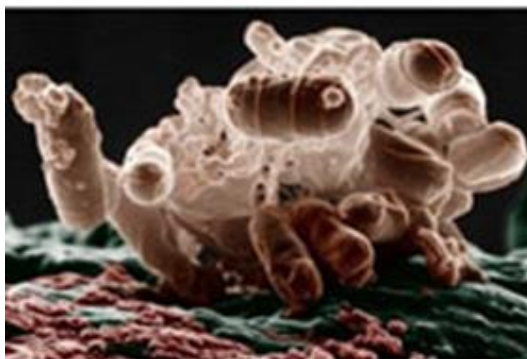


Рис 2.5 Кишкова паличка [16].

Різопус побегоносна - це є ніщо інше, як мікротоксичні спори цвілі, людині вона більше відома як чорна хлібна цвіль. Збудете з'їсти шматочок хліба, або залишите його псуватися, і ви зможете побачити тільки одну з небагатьох її можливих різновидів.

Різопус (рис 2.6) вважається найпоширенішим грибом у світі, тому не треба дивуватись, що його можна знайти навіть у водопровідній воді. Гриби розмножуються спорами, і також як квітковий пилок, вони літають в повітрі, поки не знайдуть місце яке б їм підійшло, щоб приземлитися і почати розвиватись. Відомо, що цей мікроорганізм виділяє токсини, які є дуже шкідливі для здоров'я істоти, хоча для людини небезпечними вони стають тільки при наявності високої концентрації.

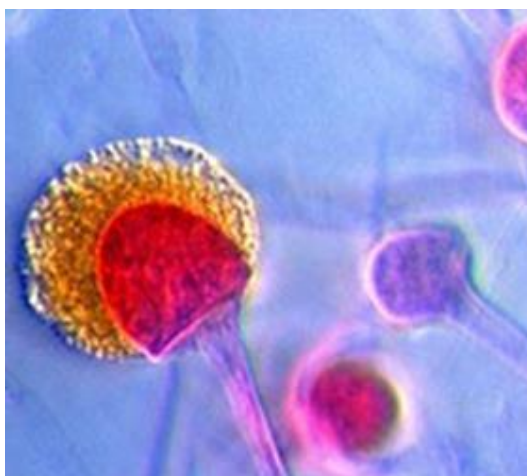


Рис 2.6 Різопус [16].

Неглерія фоулера - цей мікроорганізм не виглядає так страшно, як деякі інші в цьому списку, виглядає він як просто кілька плям цвілі. Але насамперед - це амеби, які з'їдають по трохи мозок людини. Говорячи науковою мовою, це факультативний [16] паразит людини, який атакує його нервову систему, а саме зараження трапляється після купання.

Інфікування неглерією (рис 2.7) досить рідке явище, тому як організм не проявляє себе, якщо споживати її орально. Однак, у 2011 [16] році двоє жителів американського штату Луїзіана померли від менінгоенцефаліту (захворювання, викликане цим мікроорганізмом) після того, як скористалися назальний спрем, власноруч виготовленим з солі і водопровідної води.

В результаті розслідування причин смерті поліцейські виявили, що буквально весь будинок був заповнений бактерією, яка поїдає мозок людей. Незважаючи на цей випадок, більшість випадків інфікування не відбувається через вживання зараженої води. Людина інфікується, як правило, купаючись в озерах і річках, коли, наприклад, випадково заковтує воду.

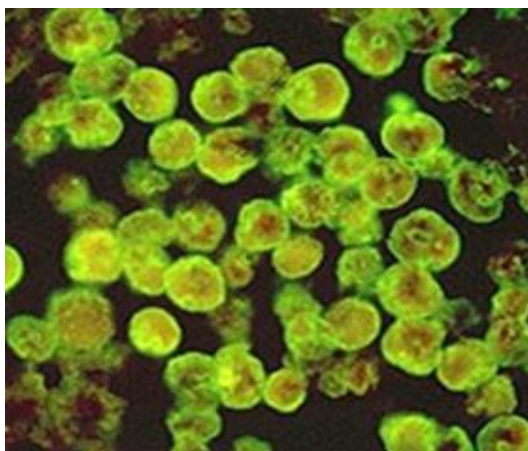


Рис 2.7 Неглерія [16].

Легіонелла (рис 2.8) - уже тільки сама по собі назва викликає жах. Своє ім'я організм отримав на честь американської конвенції легіону [16]. в 1976 році, під час якої раптово загинули 34 людини, а 221 виявилися інфікованими.



Рис.2.8 Легіонелла [16].

Стан, викликаний дією легионеллами, тепер цю хворобу називають хворобою легіонерів, і щорічно через це люди потрапляють в лікарні, близько 18 000 чоловік на рік. А з'явилося воно, як ви вже здогадалися, із зараженої води.

Основними симптомами хвороби є: сплутаність свідомості, втрата координації, лихоманка, блювота, діарея і біль в м'язах.

У 2001 році понад 700 [16]. осіб в одній централізованій області Іспанії виявилися інфікованими.

Бактерія *Chaetomium* (рис 2.9) це ще один дуже цікавий вид бактерій, який виглядає страшніше, ніж психоделічний [16]. "товариш" під номером 5. Як і чорна хлібна цвіль, ця бактерія зустрічається досить часто в повсякденному житті. Як правило, вона плаває в повітрі в будь-яких вологих місцях, починаючи від болота і закінчуючи стелями у вашій ванній кімнаті.

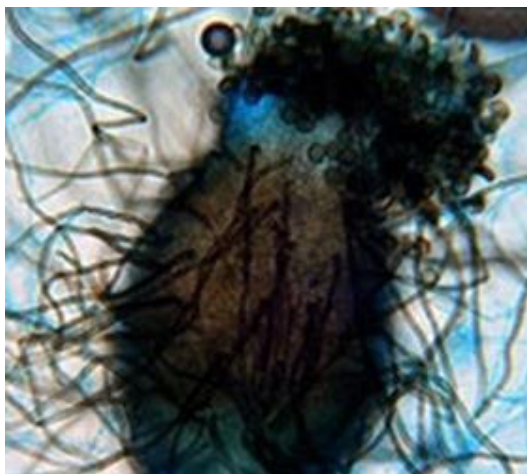


Рис 1.9 *Chaetomium* [16].

У водопровідній воді вона з'являється досить рідко, але коли вона там є, смак і запах рідини відразу змінюється, тому людина не стане її пити. У деяких випадках, вони можуть спровокувати розвиток інфекції, відомої як феогіфомікоз (характеризується появою підшкірного вузла).

Цей мікроорганізм також може складати небезпеку навіть для людей, які страждають від алергії.

Сальмонела (рис 2.10) - це один з перших мікроорганізмів, про який ми дізнаємося, будучи дітьми. Сальмонела має неймовірно довгу історію. Як правило, сальмонела може з'являтися на продуктах харчування, таких як яловичина, шпинат, або ж, курка.



Рис 2.10 Сальмонелла [16].

Рідше спалах сальмонели може відбуватися не деінде, як в найпростішій водопровідній воді. Найчастіше страждають сприйнятливі люди які мають слабку імунну систему.

Бактерія відноситься до паличкоподібні грамнегативних[16] бактерій з роду Сальмонела, сімейство Ентеробактерії (сальмонели, шигели).

Мікроб стійкий до впливу навколишнього середовища. У воді може виживати до шести місяців, а буває що і більше.

## 2.2 Методи впливу на мікроорганізми

Варто розуміти, що повне очищення води від всіх бактерій зробить її непридатною для застосування з їжею (рис 2.11).



Рис 1.11 Мікроорганізми

Ось чому слід з дуже уважно поставитися як до вибору конкретного методу знезараження, так і до проведення хіміко-біологічного аналізу проби води. Є кілька методів впливу на шкідливі мікроорганізми

- Хімічні або реагенті;
- Фізичні або без реагенті;
- Комбіновані.

Кожен з цих методів дозволяє позбутися від будь-яких шкідливих мікроорганізмів певним способом. Наприклад, хімічні методи працюють за допомогою спеціальних коагулянтів-реагентів, які додають в воду саме з метою знезараження. Це хлорування, озонування, застосування гіпохлориту натрію, срібла, кремнію і багатьох інших речовин, які допомагають або позбутися від «шкідників», або як мінімум загальмувати їх розмноження. Безреагентні методи - знезаражування води із застосуванням фізичного безреагентного впливу на рідину. До них можна віднести УФ-випромінювання, електроімпульсне знезараження та інші подібні способи.

Комбіновані методи застосовують з використанням як фізичного, так і хімічного впливу поперемінно. Такий підхід до знезараження максимально ефективний і, як правило, дозволяє домогтися не тільки повного знезараження рідини, але і недопущення вторинного розмноження бактерій і вірусів у воді. Крім того, застосування декількох способів дозволяє ще й очистити її від інших забруднювачів.

### 2.2.1 Хімічні способи обеззараження води

Хімічні способи обеззараження води До них відноситься обробка рідини окиснювачами-коагулянтами: озоном, гіпохлорид-натрієм, хлором і іншими. У їх числі і іони важких металів. Щоб досягти максимально стійкого ефекту знезараження таким методом, потрібно максимально точно вміти визначати дозу реагенту, який будете вводити, і далі забезпечити необхідний проміжок часу для контакту води з речовиною.

Доза визначається розрахунковими методами, а також пробним знезараженням. Примітно, що дуже важливо точно розрахувати дозу. Так як мала доза може не просто не подіяти, але ще і забезпечити швидке зростання кількості бактерій в розчині. Прикладом такого ефекту можна вважати озон, який в малих кількостях вбиває частину бактерій, утворюючи особливі з'єднання, які пробуджують раніше сплячі бактерії і створює ідеальні умови для розмноження.



Для того, щоб забезпечити тривалий ефект, дозу реагенту розраховують, як правило, з надлишком, який гарантовано знищить мікроорганізми в воді, а в період після знезараження води не дасть їм розмножитися.

Але надлишок повинен бути рівно такий, щоб відбулося знезараження, але при цьому люди, які споживають воду в якості пиття, не отруїлися, так як більша частина реагентів є досить токсичною і може утворювати стійкі мутагенні і канцерогенні сполуки.

Хлорування.

Не дивлячись на наявність безлічі сучасних методів очистки і знезараження води, в нашій державі продовжують застосовувати в водозабезпеченні хлорування. Пояснюється це простотою у використанні, обслуговуванні, а також високою ефективністю і, звичайно, дешевизною реагенту. Важливим плюсом в застосуванні названого методу є в першу чергу його післядія. Навіть при невеликому надлишку хлору (наприклад, у воді міститься близько 0,5 мг / л залишкового хлору) зростання мікроорганізмів вдруге не відбувається.

Але є в даному способі і свої мінуси. Хлор при окисленні має досить високий ступінь мутагенності, токсичності, канцерогенності. Навіть наступний, за цим тип очищення води, за допомогою активованого вугілля, не видаляти повністю утворені в процесі хлорування з'єднання. Вони мають досить високою стійкістю і сильно забруднюють питну воду. Потім, як результат, стоки ведуть в річки, а далі токсичні речовини йдуть вниз за течією. Тому поки ведеться пошук реагентів, які будуть мати гарну здатність знезаражувати питну воду, несучи при цьому менше «побічних ефектів» в процесі застосування.

Поки найбільш позитивних відгуків домоглося застосування діоксиду хлору, у якого здатність впливати на віруси і бактерії набагато вище, ніж у простого хлору. У цього ж реагенту і ступінь забруднення води на порядок менше. Правда, діоксид хлору досить дорогий і його потрібно виконувати відразу ж на місці застосування. Крім того, його перспективи не поширюються далі невеликих установок з невисокою продуктивністю.

Користуються під час хлорування хлором, хлорним вапном і іншими похідними елемента. Крім головної функції (мається на увазі дезінфекція), хлор допомагає стежити також за запахом, смаковими якостями, запобігає зростання водоростей, підтримує чистоту фільтрів, видаляє марганець, залізо, руйнує сірководень, знебарвлює і т.д.

Ризик застосування хлору в більшій мірі пов'язують з утворенням трігалометанов. Виробництво метану в будь-якій формі виділяється сильно вираженим канцерогенним впливом на людський організм, сприяючи тим самим зростанню ракових клітин. Відомо, що кип'ятіння хлорованої води, що багато хто вважає виходом з ситуації, що склалася, тільки погіршує ситуацію, оскільки під впливом високих температур відбувається утворення в хлорованій воді дуже сильної отрути під назвою діоксин.

Дослідження показують, що хлор і інші його похідні викликають хвороби шлунково-кишкового тракту, печінки, серцево-судинної системи, а також гіпертонію, атеросклероз, різні види алергії, впливає на шкіру, волосся. Хлор руйнує білок в організмі.

Багато хто вважає, щоб утворювалося після хлорування якомога менше шкідливих сполук, слід попередньо очистити від різноманітних домішок воду, так як сполуки утворюються через взаємодію хлору з розчиненими в рідині органічними речовинами.

Озонування.

Озонування рідини дозволяє розкласти частинки озону в розчині, утворюючи при цьому атомарний кисень. Він дозволяє зруйнувати ферментну систему мікробної клітини і окислити частину з'єднань, які можуть надавати воді досить нав'язливий неприємний запах. Даний спосіб вимагає точності розрахунків, так як при надлишку озону в воді може з'явитися неприємний запах. Крім того, надто велика кількість озону може прискорити процес корозії металу. Відображається це не тільки на системі водопроводу, але і на побутовій техніці і посуді, яка контактує з цією водою.

З точки зору гігієни це найкращий хімічний метод, який може забезпечити максимально швидке і, що вкрай важливо, безпечне для людини і навколишнього світу знезараження води без подальшого утворення канцерогенних, високотоксичних сполук. Але такий спосіб вимагає значного витрати електроенергії, експлуатації складної апаратури, висококваліфікованого обслуговування. А тому цей спосіб максимально ефективно працює в основному в системах централізованого водопостачання. Варто згадати, що він досить дорогий в застосуванні.

Сам газ досить небезпечний в процесі виробництва, токсичний і навіть вибухонебезпечний. Багато фірм пропонують стаціонарні установки для котеджів, але варто розуміти, що без кваліфікованого обслуговування і систем контролю такі апарати можуть отруїти повітря і воду і як результат - власника. Також завжди існує ризик виникнення вибухонебезпечної ситуації на подібній установці.

За деякими даними після проведення озонування може статися вторинне зростання числа бактерій. Пов'язано це з тим, що після такої обробки води починається розкладання фенольних груп гумінових речовин. А вони сприяють активації інших мікроорганізмів, які до обробки перебували в стані спокою. А тому 100% високої якості очищення від озону чекати не доводиться. Але, на відміну від хлору, озон відноситься по безпеки до першої категорії. Також через вплив озону на метали (корозія) перш ніж оброблену воду пускати по трубах, необхідно почекати період розпаду озону. Винятком може послужити транспортування щойно обробленої води з деяких видів пластмаси, бетону, азбестоцементу та інших подібних матеріалів.



Полімерні реагенти/антисептики.

Окремий реагентний спосіб очищення води - це знезараження полімерними реагентами, які відносяться до класу полімерних антисептиків. Найвідомішим представником даного класу є Біопаг. Якщо порівнювати з хлором і озоном, то цей препарат не завдає шкоди здоров'ю, що не має місцевої подразнюючої дії на слизові поверхні і шкіру, а також не викликає ніякої алергічної реакції. Також серед переваг: відсутність запаху, кольору, смаку у води по завершенню процесу очищення, відсутність корозійного впливу на метали і шкоди для купальних костюмів. Застосування подібних антисептиків вкрай просте, але не дивлячись на це вони володіють довготривалим ефектом дезінфекції. Цей вид знезараження води використовується найбільш часто в громадських басейнах.

## 2.2.2 Інші реагенти.

Також в реагентних методах застосовують різноманітні сполуки важких металів, йод, бром і т.п. Але вони вимагають певних знань при застосуванні і точності розрахунків. З іншого боку, дезінфекцію питної води з їх допомогою проводять набагато ефективніше і якісніше. Знезараження за допомогою іонів важких металів часто виділяють в окремий метод - олігодінамстичне знезараження води. Найчастіше використовуються іони благородних металів. Яскравий приклад застосування є срібло. Але потрібно розуміти, що воно не прибирає з води, а лише стримує на час дії зростання бактерій. Крім того, для цього методу потрібна певна кількість зазначеної речовини. Срібло швидко накопичується в організмі, а ось виводиться дуже важко і повільно.

До інших реагентів, які не застосовуються повсюдно, можна віднести сильні окислювачі, як, наприклад, гіпохлорид-натрію. Застосовують конкретно цей реагент в тих випадках, коли показники води досить нестабільні і часто змінюються. Показанням до застосування може стати наявність в рідині планктону, органічних речовин, які впливають на ступінь кольоровості води. Використання гіпохлориду-натрію, який отримують шляхом проведення електролізу 2-4% розчинів хлориду натрію (це проста кухонна сіль) або мінералізованих вод, вважають одним з найбільш перспективних і безпечних для людини і навколишнього середовища способів очищення води. За своїм хіміко-бактерицидною дією гідрохлорид натрію ідентичний розчиненого хлору, але при цьому має тривалу дію і в більшій мірі є найбільш безпечний для здоров'я. Також він більш безпечний і для навколишнього середовища.

З недоліків слід виділити: підвищене споживання реагенту через низький ступінь її конверсії. Інша частина залишається у воді так називається баласт, підвищуючи вміст солі

в розчині. Зниження кількості солі після знезараження найчастіше вимагає набагато більшої кількості витрачається електроенергії та витрати анодного матеріалу. А це вже набагато дорожче хлорування.

### 2.2.3 Фізичні методи очищення.

До фізичних відносять ті способи, які здійснюють вплив на рідину УФ-установками, УЗ-установками і іншими процесами. Спершу проводиться попереднє очищення: воду піддають фільтрації і коагуляції. Це допомагає видалити зважені частинки, значну частину знаходяться в рідині мікроорганізмів, яйця гельмінтів.

Під час застосування ультрафіолетового випромінювання потрібно підводити до наявного обсягу води певну кількість енергії. Вираховують її кількість так: потужність випромінювання, яку множать на час контакту. При цьому слід визначити зараженість біоорганізми води. В даному випадку вираховують число мікроорганізмів на 1 мл рідини. Також визначають у воді наявність індикаторних бактерій, яких відносять до групи кишкової палички (в скороченні БГКП). *E. coli* - основний її представник - визначається досить просто..

Взагалі слід знати, що БГКП присутні в воді, яка забруднена фекаліями. Ці організми мають максимально високу опірність до процесів знезараження. *E.coli* є найбільш нешкідливою з групи і допомагає визначити бактеріальне забруднення води. Згідно СанПіН 2.1.4.1074-01, загальне число бактерій не повинно перевищувати 50 на 100 мл коліформних бактерій. Але дана норма не завжди може корелюватися із знезараженням води від вірусів. Так, наприклад, ультрафіолетове випромінювання і хлор окремо забезпечують різні рівні очищення і знезараження води по коли-індексу. Таким чином, УФ-промені краще впливають на біоорганізми, ніж хлор. А ось озон буде приблизно за результатами очищення дорівнює УФ-променів.

### 2.2.4 Очистка води ультрафіолетом

УФ-установки можуть впливати на клітинний обмін, на ферментні системи клітин бактерій. Вони знищують вегетативні і, що досить важливо, спорові бактерії, які знищити досить важко. Органолептичні властивості води при цьому не змінюються. Подібний вид обробки не може впливати на утворення токсичних речовин, а тому і верхнього порогу дози теж немає. Відповідно, збільшуючи дозу УФ-випромінювання, ви цілком зможете домогтися найкращих результатів очищення та знезараження води. Але є у цього способу і

недолік - повна відсутність післядії. Ще такі процеси вимагають від замовника капітальних вкладень в сферу: набагато більших, ніж при хлоруванні, але відчутно менших, ніж при озонування. Тому для індивідуального користування такі установки будуть найкращим варіантом, тому що менші апарати будуть за собівартістю виходити приблизно на рівні хлорування, тільки з усіма наслідками, що випливають плюсами даного виду знезараження води. Знизити ефективність такої установки може найчастіше один фактор: забруднення кварцових ламп мінеральними відкладами солей, які в своїй основі мають мінерально-органічний склад. Вирішується це питання просто - або додають харчові кислоти в воду (оцет відмінно справляється з подібною проблемою), що циркулюють через установку, або проводять механічне очищення поверхні ламп. Знезараження УФ-випромінюванням проводять тільки після попереднього очищення води, так як наявні в воді забруднення можуть просто звести весь процес нанівець, екранізуючи УФ-промені. Найбільш оптимальна довжина хвиль - 200-295 нм. Максимально результативною є «золота середина» - 260 нм. Цей рівень випромінювання активно руйнує цитоплазму клітин, впливаючи на білкові колоїди. Ультрафіолетове випромінювання без перебільшень на сьогодні найефективніший метод знезараження води. Даний засіб відноситься до невидимої короткохвильової частини спектра. Термін служби УФ-лампи складає в середньому кілька тисяч годин.

#### 2.2.5 Очистка ультразвуком

Знезараження води із застосуванням ультразвукового устаткування ґрунтується на здатності певних звукових частот викликати явище кавітації, тобто утворювати порожнечі, які створюють перепад тиску. Подібний дисонанс веде до розриву клітинних оболонок і подальшої загибелі клітини бактерії. Залежить рівень бактерицидного дії від інтенсивності коливальних звуку. Але дані установки вимагають певного обладнання, кваліфікованого обслуговування, також вони досить дорогі.

Ультразвук проводиться генератором - магнітострикційним або п'єзоелектричним. Щоб знезараження проводилося максимально ефективно, створюється частота звуку в 48 кГц. Говорячи про ефективність ультразвуку, варто згадати такий факт: частота в 20 кГц дозволяє різати метали і навіть обробляти алмази. Але при низькій частоті ультразвук може спровокувати зростання числа бактерій у воді. А тому знання, що протікають і обслуговування недешевої апаратури у користувача подібної установки повинні бути обов'язково.

Висновки до розділу.

Проведено аналіз основних видів шкідливих для здоров'я людини мікроорганізмів, які можуть знаходитись у воді.

Проведено аналіз основних методів знезараження води які можливо використати для водопідготовки в басейнах.

### РОЗДІЛ 3. ПРОВЕДЕННЯ ТЕОРЕТИЧНОГО РОЗРАХУНКУ БАСЕЙНУ ТА СИСТЕМИ ВОДОПІДГОТОВКИ, РОЗРОБКА СХЕМИ, ПІДБІР ОБЛАДНАННЯ

Розрахунок основних параметрів системи водопідготовки. Розрахунок і вибір основного устаткування системи водопідготовки.

Перед тим, як перейти до розрахунків, було відібрано основні вузли які нам потрібні для системи, підібрано формули по яким треба проводити розрахунок саме для басейну. Основним постачальником для комплектуючих було підібрано компанію BWT, вона є однією з ведучих компаній в Європі яка займається устаткуванням басейнів різних типів, від домашніх – невеликих, до басейнів для спортивних комплексів. Технічне завдання було підібрано з міркувань, яким може бути середній басейн в будь-якому готелі або розважальному комплексі, за розмірами, об'ємом, температурними режимами і т.п.

Розрахунки було проведено відповідно до вимог:

- ГОСТ Р 53491.1 - 2009 «Басейни. Підготовка води. Частина 1. Загальні вимоги. DIN 19643-1: 1997 »;
  - ГОСТ Р 53491.2 - 2012 «Басейни. Підготовка води. Частина 2. Вимоги безпеки »;
  - СП 30.13330.2012. Збірка правил. Внутрішній водопровід і каналізація будівель. Актуалізована редакція СНіП 2.04.01-85 ";
  - СП 31.13330.2012. Збірка правил. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Актуалізована редакція СНіП 2.04.02-84;
  - СанПін 2.1.4.1074 - 01 «Питна вода. Гігієнічні вимоги до якості води централізованих систем питного водопостачання. Контроль якості»;
  - СП 31 - 113 - 2004 «Басейни для плавання»;
  - СанПін 2.1.2.1188 - 03 «Плавальні басейни, гігієнічні вимоги до влаштування, експлуатації та якості води. Контроль якості»;
  - СанПін 2.1.2.1331-03 «Гігієнічні вимоги до влаштування, експлуатації та якості води аквапарків»;
  - DIN 19643 Aufbereitung von Schwimm - und Badebeckenwasser Teil 1, 2, 3, 4.
- Прийняті технічні рішення, відповідають вимогам екологічних, санітарно-гігієнічних, протипожежних та інших норм, що діють на території України, і забезпечують безпечну для життя і здоров'я людей експлуатацію об'єкту.

Після проведення широкого аналізу ринку басейнів в світі, проаналізувавши їх середні розміри та об'єми нам було підібрано середнє значення параметрів плавального басейну:

Довжина басейна:  $L=25,0$  м

Ширина басейна:  $B=8,5$  м

Глибина басейна:  $H=1,2 - 1,8$  м

Периметр:  $L=67,0$  м

Площа дзеркала води:  $A=212,5$  м<sup>2</sup>

Об'єм басейна:  $V=318,75$  м<sup>3</sup>

Температура води:  $T=26-29^{\circ}\text{C}$

Пропускна здатність: 40 чоловік у зміну, 8 змін

Плавальний басейн призначений для плавання (по доріжках).

Розміщення обладнання водопідготовки передбачено в технічному приміщенні.

### 3.1. Розрахунок потоку рециркуляції (продуктивності) системи водопідготовки.

Згідно з вибраними параметрами басейн є плавальним басейном і призначений для оздоровчого (по доріжках).

Згідно ГОСТ Р 53491.1-2009 циркуляційний витрата розраховується по формулі:

$$Q = N \cdot Q_{np},$$

де  $Q$  - рециркуляційний потік басейну, м<sup>3</sup> / год;  $N$  - допустиме навантаження, ч-1;  $N = 40$

$Q_{np}$  - мінімальний циркуляційний витрата на кожного відвідувача, який, згідно з СанПіН 2.1.2.1188-03, залежить від обраної системи знезараження води і становить при хлоруванні в поєднанні з УФ-випромінюванням - 1,8 м<sup>3</sup> / год.

$$Q=40 \cdot 1,8=72 \text{ м}^3/\text{час}.$$

Згідно СанПіН 2.1.2.1188-03 час повного водообміну має бути не більше 6 годин при оздоровчому плаванні, і фільтраційний (рециркуляційний) потік в цьому випадку розраховується (за максимальним значенням) за формулою:

$$Q = V / t,$$

де:  $Q$  – рециркуляційний потік басейну, м<sup>3</sup>/ч;

$V$  – об’єм басейну,  $\text{м}^3$ ;  $V=318,75$

$t$  – час повного обміну води, ч.

$$Q = 318,75 / 6 = 53,125 \text{ м}^3/\text{год.}$$

До розрахунку приймається найбільше значення фільтраційного потоку  $Q = 72 \text{ м}^3 / \text{год}$ , повний водообмін відбуватиметься за 4,43 години.

### 3.2 Підбір рециркуляційних насосів

Вибираємо циркуляційні насоси «UNIBAD» з попередньо-вбудованим фільтром (уловлювачем волосся) для затримання грубих домішок у воді. Насоси вибирається з умови забезпечення розрахункового циркуляційного витрати ( $Q = 72 \text{ м}^3 / \text{год}$ ), при забезпеченому напорі не менше 14,5 метрів.

Основні показники насоса вказані в табл.3.1 з Перед фільтром BWT «UNIBAD» 100-271 / 0554X:

Табл. 3.1

Основні показники насоса

Найменування	Значення
Номінальний розмір приєднання вхід / вихід, DN	150/100
Продуктивність (фільтрація), $\text{м}^3 / \text{год}$	72
Продуктивність (промивка), $\text{м}^3 / \text{год}$	61,6
Робочий тиск (фільтрація), бар	1,5
Робочий тиск (промивка), бар	1,0
Температура води / повітря, макс. $^{\circ}\text{C}$	30 / 40
Споживана потужність, кВт	5,5
Вага, кг	207
Кількість, шт.	2

Даний підхід передбачає 100% резервування по насосного обладнання, при виході з ладу одного з насосів, другий буде забезпечувати 100% розрахункового рециркуляційного витрати.

Графік продуктивності насоса показаний на рис 3.1 «UNIBAD» 100-271 / 0554X, залежність  $Q / H$ :

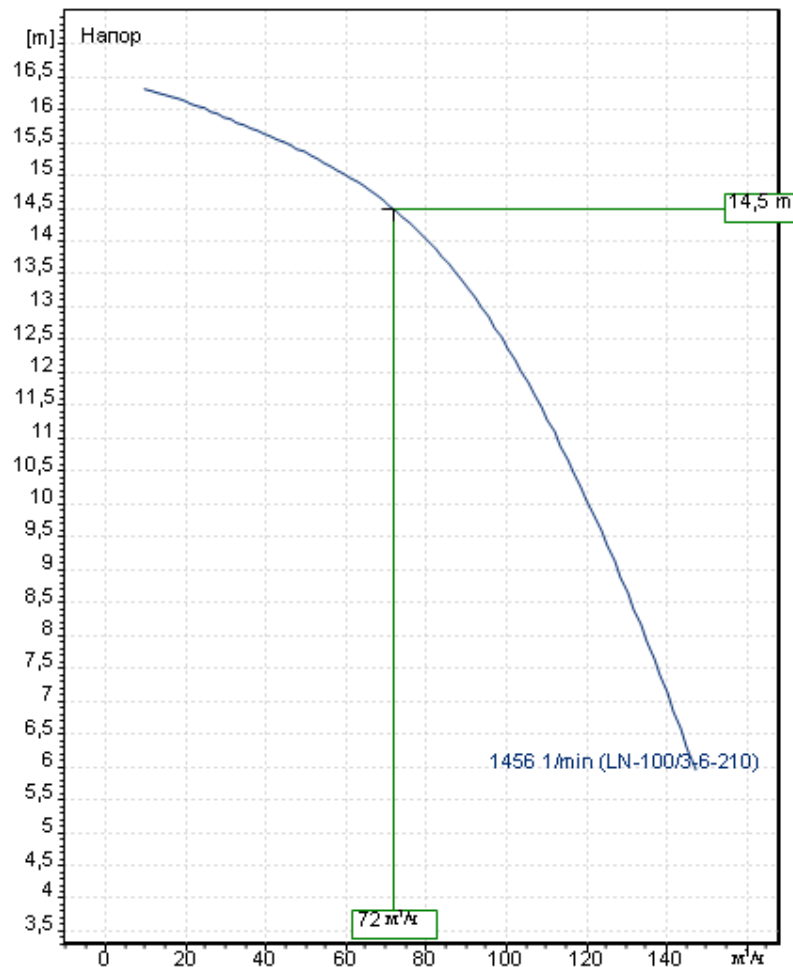


Рис. 3.1 Графік продуктивності насоса

### 3.3. Розрахунок багатошарових освітлювальних фільтрів.

У схемі очищення багатошарові освітлювальні фільтри служать для вилучення з води суспензій, органічних забруднень, колоїдів. Проектом передбачена фільтрація води на багатошаровій комбінованій завантаженні. Висота фільтруючого завантаження становить не менше 1200 мм.

В якості фільтруючого матеріалу, що завантажується в фільтри, використовується, зернистий кварцовий пісок різних фракцій і гідроантрацит. У нижній частині кожен освітлювальний фільтр заповнюється підтримує шаром гравію різної фракції.

Необхідний діаметр одного фільтра, при декількох фільтрах, які працюють паралельно, визначається за формулою

$$D = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * V * n}}$$



де, Q– витрата рециркуляційної води; Q= 72 м<sup>3</sup>/час, V– швидкість фільтрації води;  
V= 25 м/год,  
n- кількість фільтрів, n= 2,

$$D = \sqrt{\frac{4 * 72}{3,14 * 25 * 2}} = 1,35 \text{ м}$$

Згідно з вище отриманими розрахунками необхідно підібрати два фільтра найближчого значення.

Вибираємо фільтр BWT MSF 1401200 діаметром 1,4 м.

Уточнена швидкість фільтрації:

$$V = \frac{4 * Q}{\pi * n * D^2} = \frac{4 * 72}{3,14 * 2 * 1,14^2} = 23,4 \text{ м/г}$$

Технічна характеристика багатошарових освітлювальних фільтрів BWT MSF 1401200 показана в табл. 3.2

Табл. 3.2

Технічна характеристика багатошарових освітлювальних фільтрів

Найменування	Значення
продуктивність, м3 / год	36,0
допустимий робочий тиск, МПа (кгс / см2)	0,25 (2,5)
площа фільтрування, м2	1,54
Зовнішній діаметр, мм	1430
висота фільтра, мм	2400
висота фільтруючого шару завантаження, мм	1200
розрахункова швидкість фільтрування, м / год	23,4
швидкість зворотної промивки, м / ч	40
розрахунковий потік промивання, м3 / год	61,6
розрахункова тривалість промивки, хв	8
розрахунковий обсяг промивної води, м3	7,3
загрузочна маса (разом із завантаженням), т	5
номінальний розмір приєднання вхід / вихід DN	150/150
кількість	2

Для регенерації фільтруючого завантаження використовується комбінований метод промивання. Спочатку проводиться розпушування фільтруючого шару чистою водою зворотним струмом протягом 2-х хвилин. Потім протягом 4-х хвилин відбувається фінішна зворотна промивка чистою водою. Перед введенням фільтра в робочий режим для запобігання потрапляння завантаження в чашу басейну і ущільнення фільтруючого шару проводиться додатково скидання першого фільтрату в каналізацію в перебігу 2-х хвилин.

Ресурс між промивками фільтрів залежить від кількості профільтрованої води, та від концентрації домішок що очищуються у воді, від сезону зміни цього фільтра і може бути уточненими тільки в процесі експлуатації.

Характеристики навантаження для освітлювального фільтра BWT QSF 1401200 наведені в табл. 3.3

Табл. 3.3

Характеристики навантаження для освітлювального фільтра

Найменування слою загрузки		Порода		Висота слою, мм	Об'єм слоїв, м <sup>3</sup>	Вага слою, кг
		клас крупності, мм	насипна вага, кг/м <sup>3</sup>			
1	Підтримуючий шар:	3,0 - 5,0	1500	100	0,154	231
2	гравій	1,0 – 3,0	1500	200	0,31	462
3	Підтримуючий шар:	0,4 – 0,8	1600	400	0,62	992
4	гравій	0,6 – 1,6	850	500	0,77	655
5	Фільтруючий шар:					2340

Обсяг води на промивку розраховується за формулою:

$$V_r = V_1 + V_2 + V_3$$

де,  $V_1 = t_1 * A_F * \vartheta_1$  – обсяг води, необхідний для розпушування матеріалу;

$V_2 = t_2 * A_F * \vartheta_2$  – обсяг води, необхідний для зворотного промивання;

$V_3 = Q_\phi * t_3$  – обсяг води скидання першого фільтрату;

$$V_1 = t_1 * A_F * \vartheta_1 = 0,033 * 1,54 * 40 = 2,03 \text{ м}^3 ,$$

де:  $t_1 = 2 \text{ хв} = 0,033 \text{ год}$ ;  $G_1 = 40 \text{ м /год}$ ;  $A_F = 2,0$  - площа фільтруючої поверхні одного фільтру,  $\text{м}^2$

$$V_2 = t_2 * A_F * g_2 = 0,033 * 1,54 * 40 = 2,03 \text{ м}^3 ,$$

де:  $t_2 = 4 \text{ хв} = 0,066 \text{ год}$ ;  $G_2 = 40 \text{ м /год}$ ;  $A_F = 1,54$  - площа фільтруючої поверхні одного фільтру,  $\text{м}^2$

$$V_3 = Q_{\phi} * t_3 = 36 * 0,033 = 1,19 \text{ м}^3 ,$$

де:

$$Q_{\phi} = \frac{Q}{n} = \frac{72}{2} = 36,0 \frac{\text{м}^3}{\text{год}};$$

$$t_3 = 2 \text{ хв.} = 0,033 \text{ год.}$$

Обсяг води на промивку розраховується за формулою:

$$V_r = 2,03 + 4,07 + 1,19 = 7,29 \text{ м}^3$$

Промивання фільтра проводиться автоматично в нічні години чистою водою, коли вода в системі рециркуляції пройшла повний цикл очищення. Скидання води від промивання здійснюється в дренажний резервуар і з нього відводиться в зливу або господарсько - побутову каналізацію. Ступінь забруднення завантаження фільтрів також можна оцінити за різницею тиску на манометрах, встановлених на контрольній панелі кожного фільтра.

З урахуванням проектного запасу приймаємо весь обсяг дренажного резервуара рівним 9  $\text{м}^3$ .

### 3.4 Визначення обсягу балансного резервуару.

Обсяг балансового резервуара визначається за формулою:

$$V_{\text{бр}} = V_1 + V_2 + V_3,$$

де,  $V_1$  - об'єм води, витіснений відвідувачами, (м<sup>3</sup>)

$V_2$  - обсяг води, витіснений хвилями, (м<sup>3</sup>)

$V_3$  - об'єм води на промивку одного фільтра, (м<sup>3</sup>).

$$V_1 = 0,075(A/a)$$

$$V_2 = (0,04-0,06)A$$

$A$  - площа дзеркала води,  $A = 212,5$  м<sup>2</sup>;

$a$  - площа дзеркала води на одну людину що купається  $a = 5,3$  м<sup>2</sup>; 0,075 - середній обсяг води, витіснений однією людиною, м<sup>3</sup>;

0,04 - середня висота хвилі в басейні, м, площею понад 100 м<sup>2</sup>; 0,06 - середня висота хвилі в басейні, м, площею до 100 м<sup>2</sup>;

$$V_1 = 0,075(A/a) = 0,075 \times (212,5/5,3) = 3 \text{ м}^3;$$

$$V_2 = 0,04 \times 212,5 = 8,5 \text{ м}^3;$$

$$V_3 = 7,29 \text{ м}^3;$$

Об'єм балансного резервуару:

$$V_{\text{бр}} = 3 + 8,5 + 7,29 = 18,79 \text{ м}^3.$$

Приймаємо обсяги балансного резервуару рівним 20 м<sup>3</sup>.

3.5 Розрахунок потужності теплообмінника для нагріву і підтримки необхідної температури води в басейні.

Згідно з поставленою задачею для проектування температура води у ванні басейну повинна бути + 26-29°C. Для розрахунку приймемо найвище значення температури 29°C.

Для початкового нагріву і компенсації втрат температури води в басейні в схемі водопідготовки після фільтрів встановлюються обладнання нагріву води.

Потужність теплообмінника обчислюється за формулою:

$$N = \frac{V * (t_2 - t_1) * C}{t} + Z * A, \text{ Вт.}$$

де:  $V$  – об’єм води в басейні,  $V = 318\,750$  літрів;

$t_2, t_1$  – різниця температур в басейні, що підлягають вирівнюванню за добу,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$t_2$  – необхідна температура води в басейні,  $t_2 = +29\,^{\circ}\text{C}$ ;

$t_1$  – температура води, що подається з системи водопостачання в басейн,  $t_1 = +5\,^{\circ}\text{C}$ ;

$C = 1,163$ ,  $\text{Вт/л}^{\circ}\text{C}$  – питома теплоємність води;

$\square$  – тривалість первинного нагріву води в басейні,  $\square = 48$  години;

$Z = 320\, \text{Вт/м}^2$  втрати тепла, за год;

$A = 212,5\, \text{м}^2$  площа дзеркала води.

$$N = \frac{318750 * (29 - 5) * 1,163}{48} + 320 * 212,5 = 253\,353 \text{ , Вт.}$$

Тривалість первинного нагріву води в басейні відповідно до потужності обраного теплообмінника

$$\tau = \frac{V * (t_2 - t_1) * C}{N - Z * A} = \frac{318750 * (29 - 5) * 1,163}{300000 - 320 * 212,5} = 38,3 \text{ , год}$$

До установки приймається теплообмінник BWT 300кВт табл. 3.4 з технічними характеристиками:

Табл.3.4

Характеристики теплообмінника BWT 300кВт

Найменування	Значення
Максимальна номінальна потужність, кВт	300
Габарити теплообмінного блоку (в зборі) ДхШхВ, мм	2600х600х1500
Робочий тиск, бар	6
Вага теплообмінного блоку (в зборі), кг	250
Кількість, шт	1

Потужність, необхідна для підтримки температури води в басейні, з урахуванням підігріву  $16\, \text{м}^3$  / добу. підживлювальної води:

$$N = \frac{16000 * (29 - 5) * 1,163}{24} + 320 * 212,5 = 86\,608 \text{ , Вт.}$$

Робота теплообмінника здійснюється в автоматичному режимі.

### 3.6 Розрахунок дозування коагулянту.

Як коагулянту застосовується розчин BWT «BENAMIN Flock» на основі гідрохлориду поліалюмінію.

Витрата коагулянту можна розрахувати за формулою:

$$Q_{\text{доз}}^{\text{коаг}} = \frac{Q * C_{\text{коаг}}}{L}, \quad \text{л/год}$$

де,  $Q_{\text{доз}}^{\text{коаг}}$  витрата коагулянту, л / год

Q - циркуляційний витрата, м3 / год, Q = 72 м3 / год

$C_{\text{коаг}}$  - необхідна концентрація коагулянту у воді, г / м3; згідно п.9.3.3.5 ГОСТ Р 53491.1-2009, необхідна концентрація для солей алюмінію  $C_{\text{коаг}} [\text{Al}] = 0,05$  г / м3;

L - концентрація коагулянту в товарному продукті, г / л

Концентрація алюмінію в використаному коагулянті «BENAMIN Flock» L [Al] = 46 г/л.

$$Q_{\text{доз}}^{\text{коаг}} = \frac{72 * 0,05}{46} = 0,08, \text{ л/год}$$

Згідно п.9.3.3.5 ГОСТ Р 53491.1-2009, коагулянт вирішується не дозувати в ті години, коли басейн закритий для відвідувачів. Час дозування коагулянту - 10 годин на добу.

Добова витрата коагулянту становитиме 0,8 (л)

Місячна витрата (30 днів) коагулянту становитиме 24 (л)

Річні витрати (350 днів) коагулянту становитиме 280 (л)

Витрата коагулянту може коригуватися в залежності від фізико-хімічних і органолептичних показників якості води в басейні і умов його експлуатації. Подача коагулянту відбувається в автоматичному режимі насосом-дозатором.

Для дозування коагулянту вибирається дозуюча станція наведена в табл. 3.5 BWT Medomat Classic 8.8 (Насос Medo Classic 8.8) з технічними характеристиками:

Табл. 3.5

## Дозуюча станція BWT Medomat Classic 8.8

Робочий тиск, макс, (бар)	10
Продуктивність дозування, макс., (Л / ч)	8
Електромережа, (В / Гц)	230/50
Споживана потужність, (Вт)	55
Температура води, макс., (0С)	30
Температура повітря, макс., (0С)	40
Габаритні розміри (довжина х ширина х висота), (мм)	710 х 410 х 620

Розрахунок дозування дезінфікуючого розчину

В якості дезінфікуючого засобу застосовується готовий розчин BWT «Бенамін Хлор (Ж)» (гіпохлорид натрію).

Витрата дезінфікуючого розчину розраховується за формулою:

$$Q_{\text{доз}}^{\text{дез}} = \frac{Q * C_{\text{дез}}}{L}, \quad \text{л/год}$$

де,  $Q_{\text{доз}}^{\text{дез}}$  витрата дезінфікуючого розчину, л / год

$Q$  - фільтраційний потік, м3 / год,  $Q = 72$  м3 / год

$C_{\text{коаг}}$  - необхідна концентрація коагулянту у воді, г / м3; згідно п.9.3.3.5 ГОСТ Р 53491.1-2009, необхідна концентрація для солей алюмінію  $C_{\text{дез}} [Cl_2] = 2$  г / м3;

$L$  - концентрація коагулянту в товарному продукті, г / л

Концентрація активного хлору в використаному розчині «Бенамін Хлор (Ж)»  $L [Cl_2] = 150$  г/л.

$$Q_{\text{доз}}^{\text{дез}} = \frac{72 * 2}{150} = 0,96 \frac{\text{л}}{\text{год}}$$

Витрата дезінфікуючого розчину залежить від значення залишкового вільного хлору у воді басейну, яке, в свою чергу, залежить від багатьох чинників: фізико-хімічних і органолептичних показників якості води в басейні, від завантаження басейну, від правильності експлуатації всієї системи водопідготовки.

Згідно табл.3 СанПіН 2.1.2.1188-03, значення залишкового хлору необхідно підтримувати на рівні не менше 0,3-0,5 мг / л. При спільному застосуванні УФ-випромінювання та хлорування вміст вільного хлору повинно знаходитися на рівні 0,1-0,3мг / л. Відповідно, допускається скорочення витрат дезінфікуючого розчину.

$$Q_{\text{доз}}^{\text{дез}} = 0,8 \text{ л/год}$$

Добова витрата дезінфікуючого розчину становитиме 19,2 (л)

Максимальний місячна витрата (30 днів) дезінфікуючого розчину становитиме 576 (л), визначається шляхом пробної експлуатації.

Річні витрати (350 днів) дезінфікуючого розчину становитиме 6 720 (л). Введення дезінфікуючого розчину відбувається автоматично насосом-дозатором, його витрата може варіюватися в процесі експлуатації в залежності від показань електронної контрольно-вимірювальної станції.

Для дозування дезінфікуючого розчину вибирається дозуюча станція наведена в табл. 3.6 BWT Medomat Classic 8.8 (насос Medo Classic 8.8) з технічними характеристиками:

Табл.3.6

Дозуюча станція BWT Medomat Classic 8.8

Робочий тиск, макс, (бар)	10
Продуктивність дозування, макс., (Л / ч)	8
Електромережа, (В / Гц)	230/50
Споживана потужність, (Вт)	55
Температура води, макс., (0С)	30
Температура повітря, макс., (0С)	40
Габаритні розміри (довжина x ширина x висота), (мм)	710 x 410 x 620

### 3.7 Розрахунок дозування рН коректора води

В процесі експлуатації системи рециркуляції води в закритому плавальному басейні підвищення значення рН води обумовлено декількома причинами, дві з яких є основними:

- Зростаюча концентрація луку у воді за рахунок утворення гідроксиду амонію  $\text{NH}_4\text{OH}$  (результат забруднення води продуктами білкового обміну людини).



- Введення в оброблювану воду для знезараження дезінфікуючого розчину на основі гіпохлориду натрію, що містить в своєму складі луг NaOH в готовому заводському продукті, з масовою концентрацією лугу до 30 г / л.

Розкислення води проводиться 38% кислотним спеціалізованим продуктом «Venamin pH-minus» для зниження значення рН води до рівня 7,2 - 7,6.

$Q_{\text{доз}}^{\text{pH}}$  приймають в 1,5-2 разів більше, ніж  $Q_{\text{доз}}^{\text{дез}}$

$$Q_{\text{доз}}^{\text{pH}} = 1,6 \text{ л/год}$$

Добова витрата розчину рН коректора становитиме 38,4 (л)

Максимальний місячний витрата (30 днів) розчину рН коректора становитиме 1 152 (л), визначається шляхом пробної експлуатації.

Річні витрати (350 днів) розчину рН коректора становитиме 13 440 (л)

Витрата розчину рН-коректора залежить від значення рН (необхідно підтримувати на рівні 7,2-7,6), яке в свою чергу залежить від багатьох чинників: від фізико-хімічних і органолептичних показників якості води в басейні, від завантаження басейну, від правильної експлуатації всієї системи водопідготовки.

Введення рН-коректора відбувається автоматично насосом-дозатором, його витрата може варіюватися в процесі експлуатації в залежності від показань електронної контрольно-вимірювальної станції.

Для дозування рН-коректора вибирається дозуюча станція BWT Medomat Classic 8.8 наведена в табл. 7 (насос Medo Classic 8.8) з технічними характеристиками:

Табл. 7

Дозуюча станція BWT Medomat Classic 8.8 для дозування рН-коректора

Робочий тиск, макс, (бар)	10
Продуктивність дозування, макс., (Л / ч)	8
Електромережа, (В / Гц)	230/50
Споживана потужність, (Вт)	55
Температура води, макс., (0С)	30
Температура повітря, макс., (0С)	40
Габаритні розміри (довжина x ширина x висота), (мм)	710 x 410 x 620

### 3.8 Розрахунок і підбір системи УФ-опромінення.

Основою системи УФ є напірний реактор (колба) з нержавіючої сталі, всередину якої встановлений УФ випромінювач середнього тиску і блок електронного управління лампою. рекомендуємо дозу опромінення не менше 40 (мДж / см<sup>2</sup>).

Вибираємо УФ установку Bewades MQ 2000W2000.

Основні показники УФ установки Bewades MQ 2000W2000 показані в таблиці 3.8

Табл. 3.8

Основні показники УФ установки Bewades MQ 2000W2000

Робочий тиск, макс. , бар	10
Макс. продуктивність при дозі опромінення 40 мДж / см <sup>2</sup> , м <sup>3</sup> / год	163
Макс. Продуктивність при дозі опромінення 60 мДж / см <sup>2</sup> , м <sup>3</sup> / год	109
Номинальний розмір приєднання вхід / вихід, DN, мм	200/200
Електромережа, В / Гц	3х380/50
Споживана потужність, Вт	2000
Температура води, макс., °С	40
Температура повітря, макс., °С	40
Кількість, шт	1

### 3.9 Розрахунок основних трубопроводів системи рециркуляції.

Діаметр основних напірних трубопроводів розраховується за формулою:

$$d = \sqrt{\frac{354 * Q}{V}}$$

де, Q - фільтраційний потік, Q = 72 м<sup>3</sup> / год;

v- швидкість течії води в трубопроводі, 1 м / с у всмоктувальній магістралі, 2 м / с в напірної магістралі

d - внутрішній діаметр трубопроводу

Внутрішній діаметр усмоктувального трубопроводу становитиме:

$$d_{\text{всмोक}} = \sqrt{\frac{354 * 72}{1}} = 159 \text{ мм.}$$

Відповідно до отриманої розрахунком внутрішній діаметр всмоктуючого трубопроводу повинен бути не менше 159 мм.

Вибираємо трубу PVC-U d225 Pn6 (DN200).

Внутрішній діаметр напірного трубопроводу становитиме:

$$d_{\text{напір}} = \sqrt{\frac{354 * 72}{2}} = 113 \text{ мм.}$$

Відповідно до отриманих розрахунками, внутрішній діаметр напірного трубопроводу повинен бути не менше 113 мм.

Вибираємо трубу PVC-U d160 Pn6 (DN150).

Трубопровід, який транспортує воду від системи переливних жолобів басейну до балансного резервуару, проектується не напірне. Діаметр трубопроводу вибирається з розрахунку, що обсяг, що транспортується води ( $Q_{\text{перелив}}$ ) повинен враховувати постійний фільтраційний потік ( $Q_{\text{пост}} = 72 \text{ м}^3 / \text{год}$ ) і потік води утворюється при експлуатації басейну, змінний потік, (вода, витіснена купаються  $Q_{\text{пер}}$ ):

$$Q_{\text{перелив}} = Q_{\text{пост}} + Q_{\text{пер}}$$

На основі досвіду експлуатації басейнів з переливної системою, максимальна величина змінного потоку приймається рівною величині потоку фільтрації, що в нашому випадку становить  $Q_{\text{пер}} = 72 \text{ м}^3 / \text{год}$ .

$$Q_{\text{перелив}} = 72 + 72 = 144 \text{ (м}^3 / \text{год)}.$$

Кількість трубопроводів приймається два. Заповнення кожного трубопроводу приймається 85%, мінімальний ухил 4%, (Таблиці для гідравлічного розрахунку каналізаційних мереж і дюкерів за формулою акад. М.М. Павловського). Вибираємо трубу PVC-U d225 Pn6 (DN200).

### 3.10 Контрольно вимірювальна станція BWT BERMUDA-MSR

Контрольно вимірювальна станція BWT BERMUDA-MSR призначена для вимірювання основних параметрів води в басейні:

- концентрації вільного хлору;
- значення водневого показника (pH) води;
- окислювально-відновного потенціалу (Rx) води;
- температури води.

Станція складається з проточною камери, вимірювальної комірки з електродами і електронного блоку. Величина pH і CL2 води задаються оператором на електронному блоці за допомогою відповідних клавіш. Вода надходить в проточну камеру, де встановлена вимірювальна осередок з трьома електродами (електрод вимірювання pH, Rx і CL2) і двома датчиками (датчик вимірювання температури води і датчик протоки). Всі данні вимірювань води надходять на електронний блок і відображаються на дисплеї.

Відбувається порівнювання поточних значень pH і CL2 води з заданими, і при необхідності, проводиться автоматичне включення станції дозування pH коректора або станції дозування дезінфікуючого розчину. Дозування відбувається до тих пір, поки не будуть досягнуті поставлені оператором значення.

### 3.11 Автоматизована система управління водопідготовкою басейну

Автоматизована система управління басейну будується за принципом багаторівневого розподіленого управління і за блоковим принципом, що забезпечує можливість спільної роботи агрегатів з дистанційним управлінням кожного агрегату, а також можливість швидкого відновлення технічних засобів, при виході їх з ладу.

Реалізується дворівнева система управління:

- нижній рівень - управління роботою інженерних систем здійснюється апаратно-програмними засобами ПЛК;
- верхній рівень - управління здійснюється з панелі оператора.

Нижній рівень системи будується на базі вільно програмованого логічного контролера (ПЛК) Siemens.

Верхній рівень включає в себе сенсорну панель управління і візуалізації, яка повинна забезпечувати:

- відображення технологічних параметрів об'єкта;
- видачу команд управління на ПЛК.

Висновок по розділу.

Знезараження – це один із заключних етапів водопідготовки. Враховуючи тематику магістерської роботи, наведений вище підбір хлоратора та УФ-установки необхідно замінити на підбір УЗ-установки. Так, як розрахунків по підбору УЗ кавітатора високої інтенсивності для знезараження рідини, поки що не існує. Для вирішення цієї проблеми ми підемо дослідним шляхом.

## РОЗДІЛ 4. ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

Для того щоб зрозуміти чи можливо взагалі, чи ні використати ультразвукову кавітаційну установку, як один із заключних етапів водопідготовки для системи басейну нами було прийнято рішення провести мікробіологічні дослідження в статичному режимі.

Для визначення впливу УЗ кавітації на життєздатність мікроорганізмів, ми звернулися до спеціалістів в цій області. Підприємство ПП «Кронос Агро» [4] було засновано в 2003 році під назвою "Біохем Озера", в якості філії німецько-української компанії "Біохем ЛТД", і спеціалізувалося з питань розробки нових препаратів для ветеринарної медицини, кормових добавок, засобів дезінфекції та санації, а також їх виробництва.

З 2006 року підприємство було відокремлено від материнської структури і змінило назву на "Кронос Агро" і продовжило розвивати лінійку власних продуктів: підкислювачів торгової марки "Кроноцид", імуномодуляторів "Іммунобактерин" і "Мультибактерін", кормових біокатализаторів "ПКБ", засобів санації і дезінфекції "Біоконтакт", "Сантана", "Акваклін" і т.д.

Якість сировини і готової продукції постійно контролюється власною лабораторією, обладнаною сучасними засобами контролю, укомплектованої висококласними фахівцями і акредитованої Укрмедтестстандартом.

На підприємстві функціонує система контролю якості ISO 9001: 2009 і поступово впроваджується система ISO 22000. Це дозволяє гарантувати виробництво якісної і безпечної продукції.

### 4.1 Вибір та огляд зразків для проведення експерименту.

Фахівці цієї компанії запропонували декілька зразків мікроорганізмів для дослідження впливу ультразвукової кавітації на їх життєздатність:

Баціллюс субтіліс (рис 4.1) або сінна паличка [5] (лат. *Bacillus subtilis*) - вид грампозитивних спороутворюючих аеробних бактерій, представників роду бацили (*Bacillus*). *Bacillus subtilis* - один з найбільш добре вивчених мікроорганізмів.

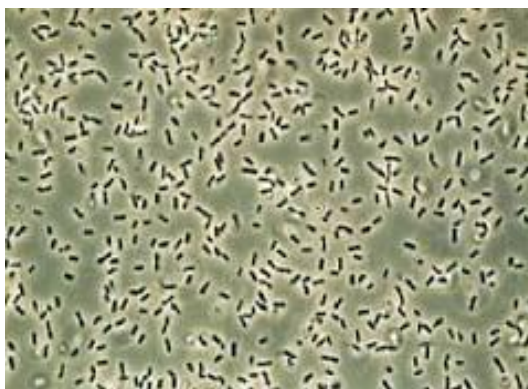


Рис 4.1 Баціллус субтіліс

Назва сінна паличка відбувається через те, що раніше *Bacillus subtilis* відокремився виключно з сінних відварів. *Bacillus subtilis* має вигляд безбарвної прямої палички, розміром приблизно 0,7 мкм в товщину і 2-8 мкм в довжину. *Bacillus subtilis* може розмножуватися розподілом і спорами. Іноді окремі *Bacillus subtilis*, після поперечного поділу, залишаються з'єднаними в нитки.

*Bacillus subtilis* (сінна паличка), завдяки продукується антибіотиків і здатності закисляє середовище проживання, є антагоністом патогенних і умовно-патогенних мікроорганізмів, таких як сальмонела, протей, стафілококи, стрептококи, дріжджові грибки; продукують ферменти, що видаляють продукти гнильного розпаду тканин; синтезують амінокислоти, вітаміни і імунноактивні чинники. Деякі штами *Bacillus subtilis* є продуцентами гіалуронової кислоти.

*Lactobacillus acidophilus* (лат.) (рис 4.2) - вид бактерій роду *Lactobacillus* [6], використовується в промисловості спільно з *Streptococcus salivarius* і *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* для виготовлення ацидофіліна та інших ацидофільних напоїв.

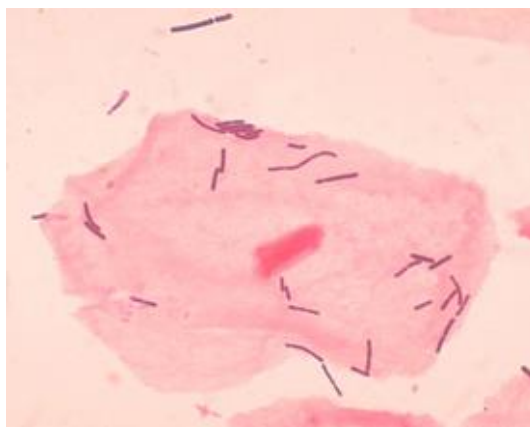


Рис. 4.2 *Lactobacillus acidophilus*

*Lactobacillus acidophilus* отримали своє родове назва від лат. *lacto*- «молоко» і *bacillus* - «паличка», і видову назву від *acidum* - «кислота» і «*philus*» - «любити».

*L. acidophilus* виживає в більш кислих середовищах, ніж інші види (рН 4-5 і менше) і оптимально росте при температурах близько 30 ° С. *L. acidophilus* природно зустрічається в травному тракті і вагіні людини і деяких інших ссавців. Бактерія ферментує лактозу і інші цукри до молочної кислоти, як і багато інших (хоча і не всім) молочнокислим бактеріям. Деякі родинні види виробляють етанол, діоксид вуглецю і оцтову кислоту, однак *L. acidophilus* є гомоферментативного організмом, який виробляє тільки молочну кислоту. Як і більшість бактерій, *L. acidophilus* можуть бути знищені нагріванням або прямим сонячним світлом.

Пекарські дріжджі [7]: 96,102 (лат. *Saccharomyces cerevisiae*) (рис 4.3) - вид одноклітинних мікроскопічних (5-10 мкм в діаметрі) грибків (дріжджів) з класу сахароміцетів, широко використовуваний у виробництві алкогольної і хлібопекарської продукції, а також в наукових дослідженнях. У 1996 році пекарські дріжджі стали першими еукаріотами, чий геном був повністю секвенірований [8].

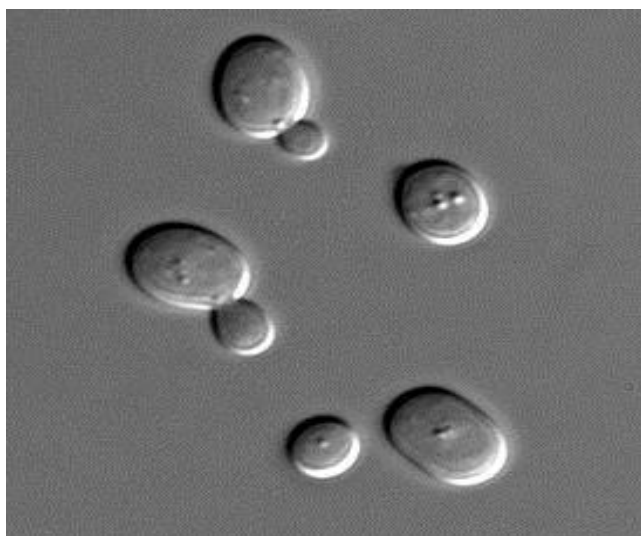


Рис 4.3 *Saccharomyces cerevisiae*

#### 4.2 Попередній експеримент

Для уникнення бактеріального забруднення кавітаційної камери зразки мікроорганізмів були розміщені в пробірках та флаконах різних діаметрів з об'ємом 13 см<sup>3</sup> та 150 см<sup>3</sup> відповідно. Для чистоти експериментального дослідження, мікроорганізми піддавались дії ультразвукової кавітації з частотою 22 кГц, з дотримання температури не вище ніж 50°C. Ця умова була дотримана для того, щоб не виникало температурного руйнування клітини мікроорганізму. Час обробки був підібраний для вимірів 1, 3 та 5 хв.



Сам кавітатор ми не розраховували так, як він вже давно існує і ним всі користуються в різних цілях. Об'єм камери 240 см<sup>3</sup>. З результатами експерименту можна ознайомитись в табл. 4.1, та на рис 4.4

Табл. 4.1

Результати експерименту в 1 режимі.

№ п/ п	Мікроорганізм	Початкова кількість (КУО/мл)	Залишкова кількість (КУО/мл)	Ефективність УЗ обробки
Режим 1: частота УЗ – 22 кГц, потужність 420-430 Вт, температура середовища 19-40 С, тривалість 5 хв, обробка в пробірках та флаконах				
1	<i>Bacillus subtilis</i>	3,6-3,7*10 <sup>4</sup>	3,6-3,9*10 <sup>4</sup>	0%
2	<i>Lactobacillus acidophilus</i>	2,8-3,0*10 <sup>4</sup>	2,6-2,9*10 <sup>4</sup>	3,4-7,1%
3	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	2,0-7,0*10 <sup>3</sup>	1,8-7,0*10 <sup>3</sup>	0-11,1%

Більш детально з результатами експерименту можна ознайомитись в актах, від компанії ПП «Кронос Агро», які знаходяться в Додатку А.

#### 4.3 Планування багатофакторного експерименту

Результат експерименту виявився не вдалим, спираючись на роботи [18,18,19] нами було прийнято рішення по корегуванню проведення самого експериментального дослідження. Для цього спочатку необхідно провести планування багатофакторного експерименту спираючись на данні отримані при попередніх дослідженнях.

Дослідження впливу параметрів обробки кавітатором на кількість життєздатних клітин *Lactobacillus Acidophilus* на основі планування багатофакторного експерименту

##### 4.3.1. Розробка методики експерименту та оцінка точності вимірювань

Попередні експериментальні дослідження показали, що кількість життєздатних клітин *Lactobacillus Acidophilus* є функцію таких 3-х основних параметрів:

$$C_{LA} = f(V, P, t^z) \text{ [КУО/мл]}, \quad (4.1)$$

де  $V$  – об'єм, см<sup>3</sup>;

$P$  – потужність, Вт;

$t$  – час обробки, хв;

$z$  – показник не лінійності часу обробки, встановлений в результаті попередніх досліджень ( $z = 0,7373$ ).

Дослідження впливу перерахованих вище факторів на кількість життєздатних клітин *Lactobacillus Acidophilus* при проведенні однофакторних експериментів пов'язаний із значними труднощами і об'ємами робіт. Тому, на наш погляд, доцільно провести багатофакторний експеримент для отримання рівняння регресії для функцій відгуку – кількість життєздатних клітин *Lactobacillus Acidophilus* за допомогою планування багатофакторного експерименту виду  $2^3$  методом Бокса-Уілсона [9, 10].

Вибір діапазонів варіювання факторів функції (1) проводився таким чином, щоб будь-яка їх сукупність в передбачених планом експерименту діапазонах могла бути реалізована і не приводила до протиріч. Для цього було проведено пошукові експерименти для визначення області, в якій необхідні нам сполучення рівнів факторів були б стійко реалізовані.

Всі відзначені фактори, які входять в функції (4.1), є величинами, що мають різну розмірність, а значення величин цих факторів мають різні порядки. Тому для отримання поверхні відгуку цієї функції було проведено операцію кодування факторів, що являє собою лінійне перетворення факторного простору [9] за формулою:

$$x_j = \frac{(\tilde{X}_j - \tilde{X}_{j0})}{I_j} . \quad (4.2)$$

В результаті проведених пошукових експериментів для кожного фактора встановлені такі значення:  $X_{j0}$  – основний рівень фактора;  $X_{jmax}$ ,  $X_{jmin}$  – верхній та нижній рівні фактора;  $\alpha X_{jmax}$ ,  $\alpha X_{jmin}$  – максимальний та мінімальний рівні фактора;  $\alpha$  – зіркове плече;  $I_j$  – інтервал варіювання.

Встановлено такі значення рівнів факторів в умовному масштабі: мінімальний  $-1$ , середній  $0$ , максимальний  $+1$  та зіркові значення  $-1,681$ ,  $+1,681$ .

Істинні значення факторів, встановлені на основі проведення пошукових експериментів, наведені в табл. 4.2.

Таблиця 4.2

## Рівні факторів та інтервали варіювання

Фактори	Рівні факторів					Інтервал варіювання
	-1,681	-1	0	+1	+1,681	
$x_1$ – об'єм, см <sup>3</sup>	12	64,26	141	217,74	270	76,74
$x_2$ – потужність, Вт	120	176,7	260	343,3	400	83,3
$x_3$ – час обробки, хв.	0	1,013	2,5	3,987	5	1,487

Для проведення ротатбельного центрального композиційного планування (РЦКП) другого порядку на основі повнофакторного експерименту виду  $2^3$  було складено матрицю планування експерименту, яку наведено в табл. 4.3.

Планувалось отримати наступну квадратичну регресійну модель:

$$y = b_0 + b_1x_1 + \dots + b_3x_3 + b_{11}x_1^2 + \dots + b_{33}x_3^2, \quad (4.3)$$

де  $y$  – цільова функція (кількість життєздатних клітин *Lactobacillus Acidophilus*);

$b_0, b_1, \dots, b_3, b_{11}, \dots, b_{33}$  – коефіцієнти регресії.

Таблиця 4.3

## Матриця планування експерименту

№ досліджу	V, см <sup>3</sup>	P, Вт	t, хв	$C_{LA}$ , КУО/мг
1	12	120	0	28
2	12	120	1	26
3	12	120	3	27
4	12	120	5	26
5	150	240	0	30
6	150	240	1	31
7	150	240	3	30
8	150	240	5	29
9	270	400	0	40
10	270	400	1	16
11	270	400	3	1,6
12	270	400	5	0

Для визначення токових оцінок  $b_0, b_1, \dots, b_3, b_{11}, \dots, b_{33}$  використовувався метод найменших квадратів [9]:

$$B = Y \Phi^{-1}, \quad (4.4)$$

де  $B = \begin{bmatrix} b_0 \\ b_1 \\ \dots \\ b_k \end{bmatrix}$  – матриця, що містить коефіцієнти регресії;

$\Phi = F^T F$  – інформаційна матриця Фішера;

$Y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \dots \\ y_N \end{bmatrix}$  – матриця, що містить результати експериментів за матрицею планування

(табл. 4.2);

$F = \begin{bmatrix} 1 & x_{1,1} & \dots & x_{1,k} \\ 1 & x_{2,1} & \dots & x_{2,k} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & x_{N,1} & \dots & x_{N,k} \end{bmatrix}$  – матриця, що містить значення факторів  $x_{ij}$  (де  $i$  – номер

дослідів за матрицею планування,  $j$  – номер фактора);

$k$  – кількість факторів;

$N$  – кількість дослідів за матрицею планування (табл. 4.2).

Адекватність регресійної моделі перевірялася за критерієм Фішера [1]:

$$F = \frac{S_{ad}^2}{S_{vidm}^2} \leq [F(f_1, f_2)], \quad (4.5)$$

де  $S_{ad}^2$  – дисперсія адекватності;

$S_{vidm}^2$  – дисперсія відтворюваності;

$[F(f_1, f_2)]$  – критичне значення критерію Фішера, яке рівне значенню розподілу Фішера;

$f_1 = N - d$  – кількість ступенів вільності дисперсії адекватності;

$f_2 = N_0 - 1$  – кількість ступенів вільності дисперсії відтворюваності;

$d$  – кількість значимих коефіцієнтів регресії (3).

Розрахункове значення критерію  $F$  порівнювалося з критичним і при  $F > [F(f_1, f_2)]$  регресійна модель вважалася неадекватною.

Дисперсія адекватності визначалася за формулою [9]:

$$S_{ad}^2 = \frac{1}{f_1} \sum_{i=1}^N (y_i - \tilde{y}_i)^2, \quad (4.6)$$

де  $y_i$  – результат  $i$ -го дослідження, проведеною за матрицею планування;

$\tilde{y}_i$  – результат  $i$ -го значення дослідження, передбаченого за допомогою регресійної моделі  
(4.3).

Значимість коефіцієнтів регресії проводилася за  $t$ -критерієм Стюдента [1]:

$$t_i = \frac{|b_i|}{S_{\text{відм}} \sqrt{c_{i,i}}} > [t(f_2)], \quad (4.7)$$

де  $[t(f_2)]$  – критичне значення  $t$ -критерію Стюдента, яке рівне значенню розподілу Стюдента;

$c_{i,i}$  – відповідний елемент матриці  $\Phi^{-1}$ .

Розрахункове значення критерію  $t_i$  порівнювалося з критичним і при  $|t| \leq [t(f_2)]$   $i$ -й коефіцієнт регресії вважався незначним.

Кількість повторних дослідів в кожній точці плану експерименту знаходилася за формулою [3]:

$$n \geq \frac{1 + \gamma + 2n_{\text{відк}}}{1 - \gamma}, \quad (4.8)$$

де  $\gamma$  – довірна ймовірність того, що похибка вимірювання знаходиться в допустимих межах;

$n_{\text{відк}}$  – число вимірювань, що відкидається.

Згідно рекомендацій авторів робіт [11, 12] довірна ймовірність при нормуванні квантильної оцінки результуючої та випадкової похибок вимірювальної техніки вибирається в межах  $(0,8 \dots 0,9)$ , тоді при  $n_{\text{відк}}=0$

$$n \geq \frac{1 + (0,8...0,9)}{1 - (0,8...0,9)} = 9...19.$$

#### 4.3.2. Результати експериментальних досліджень

В табл. 2 наведено матрицю планування експерименту для функції відгуку – кількість життєздатних клітин *Lactobacillus Acidophilus*.

Для функції відгуку – кількість життєздатних клітин *Lactobacillus Acidophilus* рівняння регресії згідно проведеного багатofакторного експерименту для кодованих значень має вигляд:

$$y = -1382 + 3728x_1 - 3734x_2 - 3,386x_3 - 1700x_1x_2 + 6,213x_1x_3 - 8,918x_2x_3 + 2357x_1^2 - 164,7x_2^2 + 5,847x_3^2 \quad .(4.9)$$

За критерієм Стюдента виявились значимими усі фактори, ефекти взаємодії 1-го порядку та квадратичні ефекти.

Для дійсних значень факторів рівняння регресії для функції відгуку – кількість життєздатних клітин *Lactobacillus Acidophilus* має вигляд:

$$C_{LA} = 0,09 + 4,581V + 5,408P + 1,884t^{0,7373} - 0,266VP + 0,09184Vt^{0,7373} - 0,1215Pt^{0,7373} + 0,4007V^2 - 0,02408P^2 + 3,67t^{1,4746} \quad .(10)$$

При цьому  $S_{sidm}^2 = 13,6$ ;  $S_{ad}^2 = 33,2$ ;  $F = 2,44 < [F] = 4,78$ , отже за критерієм Фішера гіпотезу про адекватність регресійної моделі (10) можна вважати правильною з 95%-ю достовірністю. Коефіцієнт кореляції склав  $R=0,954$ , що свідчить про високу точність одержаних результатів.

Встановлено, за критерієм Стюдента найбільше на кількість життєздатних клітин *Lactobacillus Acidophilus* впливає потужність, а найменше – час обробки.

На рис. 4.4 показано поверхні відгуків цільової функції – кількість життєздатних клітин *Lactobacillus Acidophilus* та їх двомірні перерізи в площинах параметрів впливу, які

дозволяють наглядно проілюструвати залежність даної цільової функції від окремих параметрів впливу.

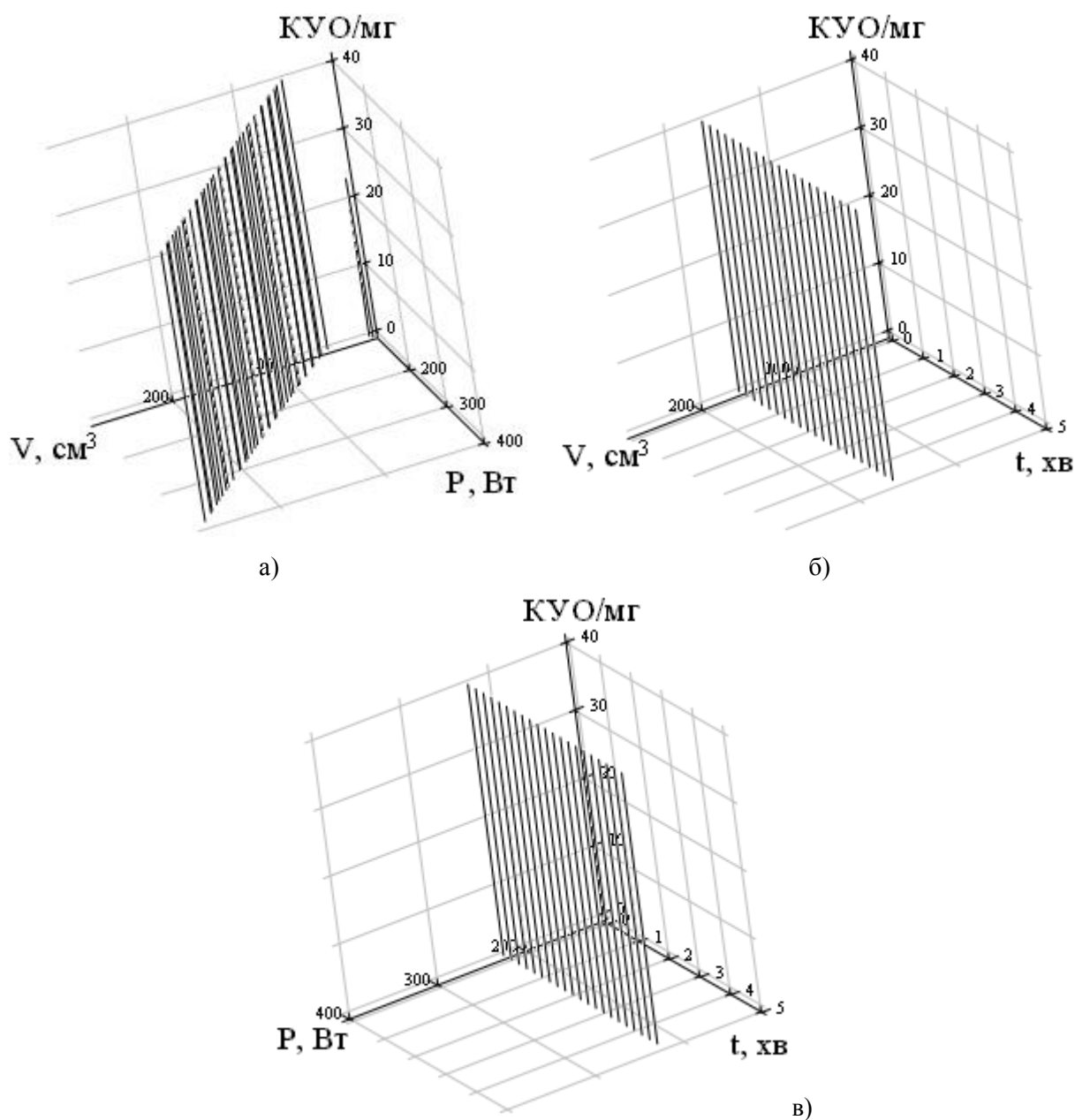


Рис. 4.4. Поверхні відгуків цільової функції – кількість життєздатних клітин *Lactobacillus Acidophilus* та їх двомірні перерізи в площинах параметрів впливу:  
а)  $V - P$ ; б)  $V - t$ ; в)  $P - t$

Висновки до планування багатофакторного експерименту.

1. Методом планування багатофакторного експерименту було отримано квадратичне рівняння регресії, яке дозволяє адекватно описати залежність такої цільової функції, як кількість життєздатних клітин *Lactobacillus Acidophilus* від основних таких параметрів впливу, як об'єм, потужність, час обробки і може бути використане для математичного моделювання обробки кавітатором.

2. Встановлено, що за критерієм Ст'юдента найбільше на кількість життєздатних клітин *Lactobacillus Acidophilus* впливає потужність, а найменше – час обробки.

3. Побудовано поверхні відгуків цільової функції – кількість життєздатних клітин *Lactobacillus Acidophilus* та їх двомірні перерізи в площинах параметрів впливу, які дозволяють наглядно проілюструвати залежність даної цільової функції від окремих параметрів впливу.

#### 4.4 Експеримент з урахуванням багатофакторного планування експерименту.

Після проведення планування експерименту, стало зрозумілим, що проведення експерименту в пробірках не є на стільки ефективним, більш ефективним використання ультразвуку, коли рідина повністю заповнює камеру кавітатора. Було проведено інший експеримент з тими ж параметрами: частота 22 кГц, температура була витримана до 50°C для того, щоб мікроорганізми знаходились в ідеальних умовах. Час обробки був підібраний для вимірів 1, 3 та 5 хв. З результатами експерименту можна ознайомитись в табл 4.4. та на рис 4.5 – 4.15.

Табл.4.4

#### Результати експерименту

<b>Режим 2:</b> частота УЗ – 22 кГц, потужність 400 Вт, температура середовища 50 С, тривалість 5 хв, обробка в резервуарі кавітатора				
1	<i>Bacillus subtilis</i>	$8,0 \cdot 10^4$	$8,1 \cdot 10^4$	<b>0%</b>
2	<i>Lactobacillus acidophilus</i>	$4,0 \cdot 10^4$	0	<b>100%</b>
3	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	$1,6 \cdot 10^3$	$8,8 \cdot 10^1$	<b>94,5%</b>

Згідно випробувань №749/2 від 6.10.2017 та №771/2 від 13.11.2017 у виробничій лабораторії ПП «Кронос Агро» для досліджень було взято такі культури:

*Bacillus subtilis* (грампозитивна бактерія, що утворює спори); *Lactobacillus acidophilus* (грампозитивна молочнокисла бактерія); *Saccharomyces cerevisiae* (мікроскопічні дріжджі хлібопекарські).

Час обробки для *Bacillus subtilis* був підібраний для вимірів 1, 3 та 5 хв. З результатами експерименту можна ознайомитись в табл 4.4. та на рис 4.5, 4.6, 4.7.



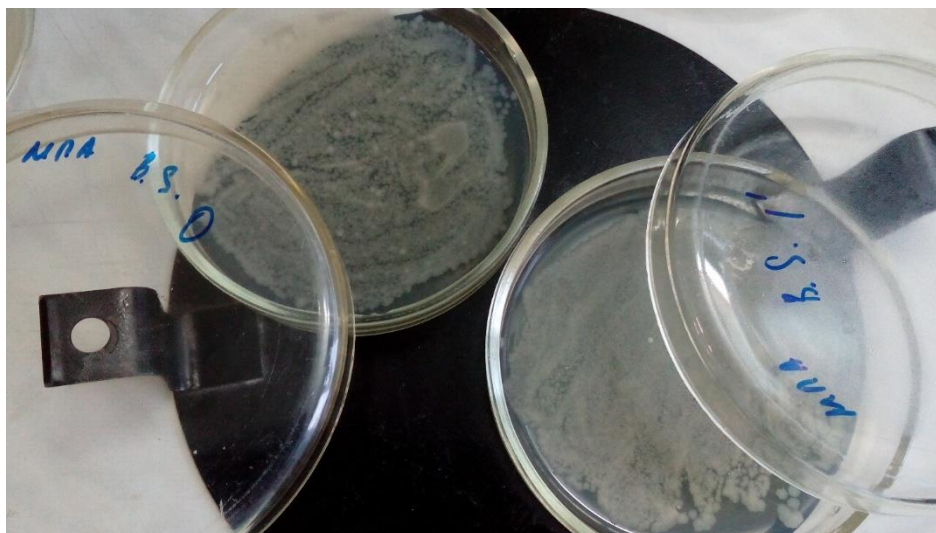


Рис 4.5 *Bacillus subtilis* після 1 хв обробки.

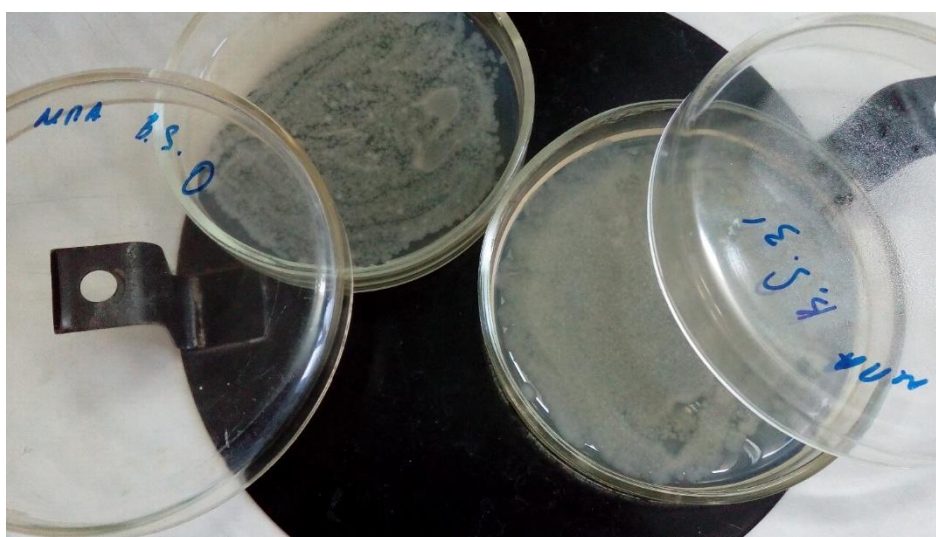


Рис 4.6 *Bacillus subtilis* після 3 хв обробки.

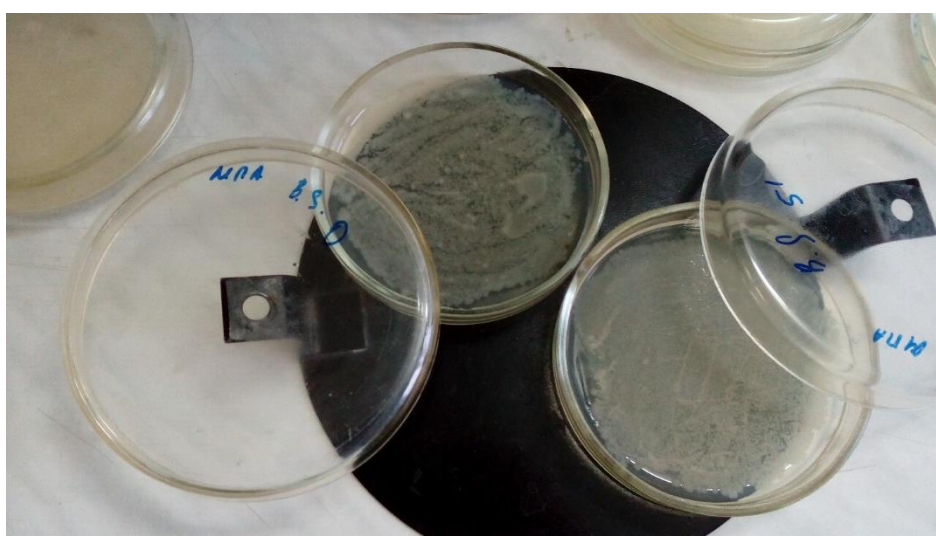


Рис 4.7 *Bacillus subtilis* після 5 хв обробки

Час обробки для *Lactobacillus acidophilus* був підібраний для вимірів 1, 3 та 5 хв. З результатами експерименту можна ознайомитись в табл 4.4. та на рис 4.8, 4.9, 4.10, 4.11.

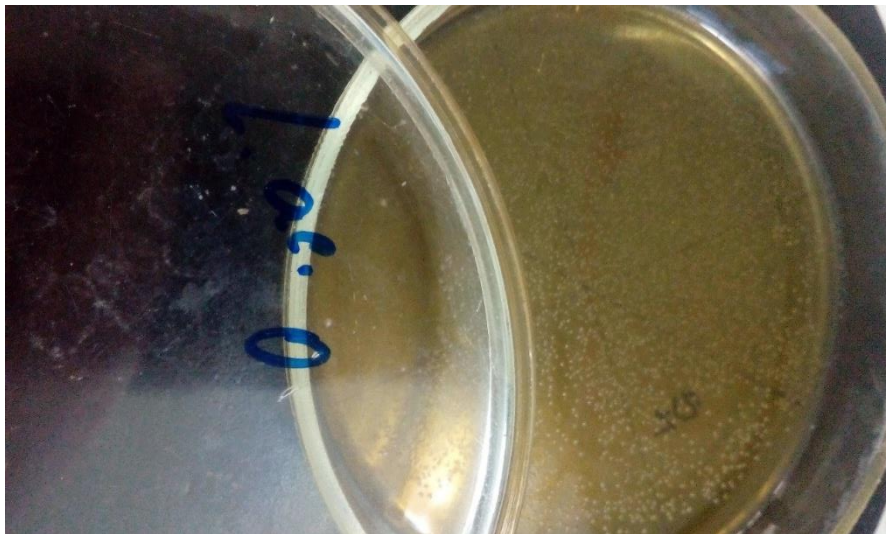


Рис 4.8 *Lactobacillus acidophilus* без обробки

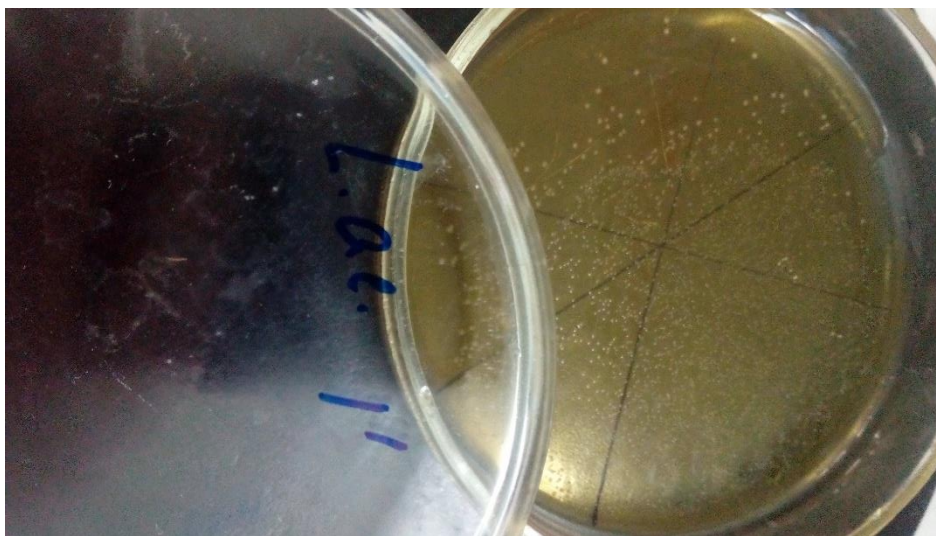


Рис 4.9 *Lactobacillus acidophilus* 1 хв. обробки



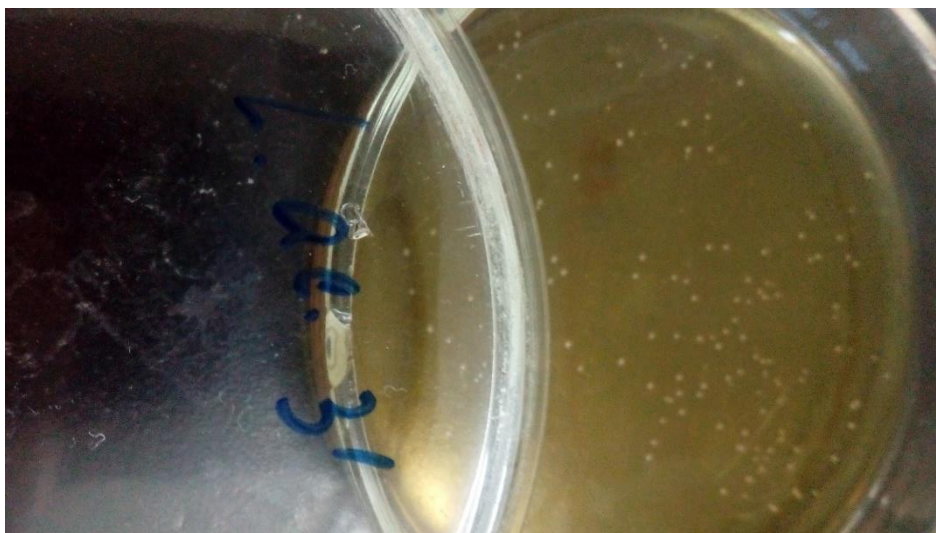


Рис 4.10 *Lactobacillus acidophilus* 3 хв. обробки.

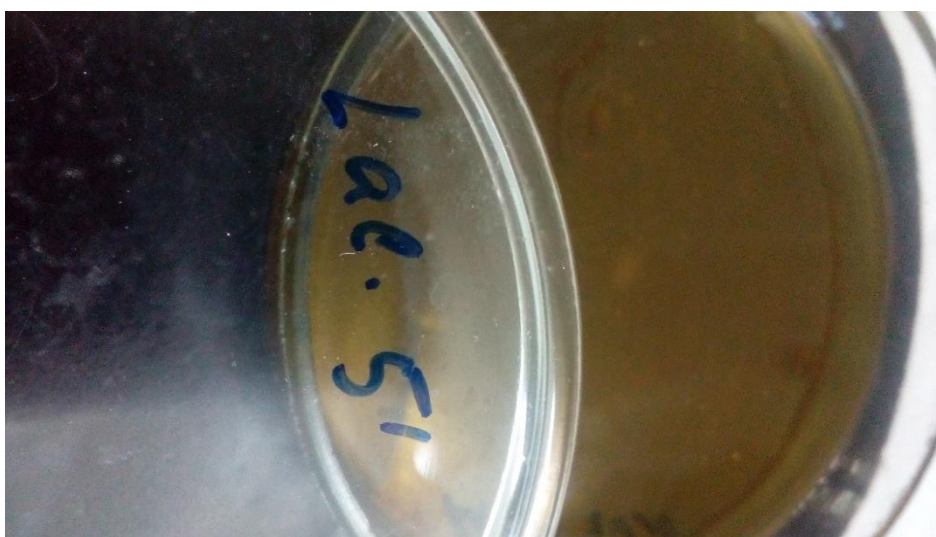


Рис 4.11 *Lactobacillus acidophilus* 5 хв. обробки.

Час обробки для *Saccharomyces cerevisiae* був підібраний для вимірів 1, 3 та 5 хв. З результатами експерименту можна ознайомитись в табл 4.4. та на рис 4.12, 4.13, 4.14, 4.15.



Рис 4.12 *Saccharomyces cerevisiae* без обработки.



Рис 4.13 *Saccharomyces cerevisiae* 1 хв. обработки.

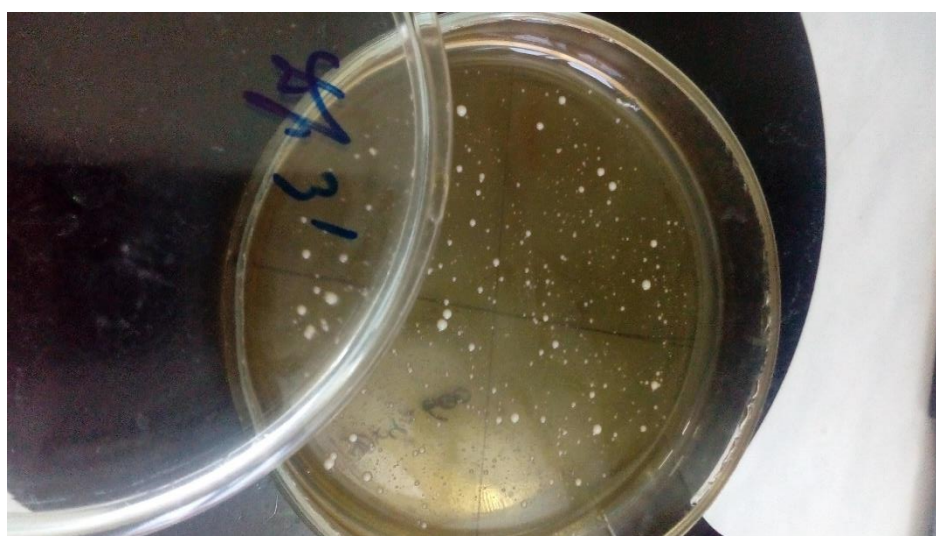


Рис 4.14 *Saccharomyces cerevisiae* 3 хв. обработки.



Рис 4.15 *Saccharomyces cerevisiae* 5 хв. обробки.

Отже, ефективність обробки у резервуарі кавітатора значно перевищує ефективність обробки у пробірках. Молочнокислі бактерії та дріжджі виявилися чутливими до дії УЗ.

Спираючись на ДСанПіН 2.2.4 – 171 – 10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною», для подальших досліджень роботи ультразвукового кавітатора, необхідно обрати такі штами бактерій та мікроскопічних грибів як: *Escherichia coli* (грам негативна ентеробактерія групи кишкової палички), оскільки дана бактерія є основним показником чистоти води.); *Bacillus subtilis* (грампозитивна спороутворююча бактерія), дані вказують, що ці бактерії є більш стійкими до дії УЗ; *Desulfovibrio desulfuricans* (сульфатвідновлювальна бактерія) – корозійно-небезпечні бактерії здатні викликати мікробну корозію металевих поверхонь і можуть використовуватись як індикатор стійкості обладнання кавітатора; *Aspergillus niger* (мікроскопічний гриб «пліснява»), що має міцну клітинну стінку і більш стійкий навіть за грампозитивні бактерії.

Можливо зробити висновок, що ультразвуковий кавітатор використовувати як один із заключних етапів водопідготовки в басейні можна. Один з плюсів нашого кавітатора є те, що він набірний ми можемо розрахувати кількість, скільки потрібно їх встановити, щоб досягти поставлених цілей.

#### 4.5 Розрахунок можливості використання УЗ-кавітації.

Опираючись на розрахунки розділу 3, та отриманих експериментальних даних ми можемо зробити такі розрахунки:

Басейн був розрахований з об'ємом 318 м<sup>3</sup>, з пропускною здатність 40 людей в зміну,



8 змін включає в себе робочий день. Виходячи з того, що кожна людина приносить з собою в плавальний басейн приблизно 30000 [1] мікроорганізмів, ми можемо провести простий розрахунок:

$$30000 * 40 * 8 = 9600000 \text{ КУО (кількість мікроорганізмів);}$$

Виходячи з цього ми 9600000 ділимо на об'єм 318 м<sup>3</sup> та отримуємо 30188 КУО/м<sup>3</sup>. Тобто, після одного дня в басейн з таким об'ємом потрапляє близько 9600000 різних мікроорганізмів. Це було прийнято умовно, якщо би вода відразу не містила мікроорганізмів.

У зв'язку з тим, що резервуар кавітатора був найбільш ефективним в експериментальній частині, то виходячи з цього будемо приймати його, як за основний об'єм для розрахунку. Тобто ми маємо 270 см<sup>3</sup>. для більш простого розуміння ми переведемо його м<sup>3</sup>, 270 см<sup>3</sup> = 0,00027 м<sup>3</sup>. Концентрація мікроорганізмів для даного випадку 38400 КУО/см<sup>3</sup>, якщо перевести в см<sup>3</sup> в м<sup>3</sup>, то отримаємо 40000000 КУО/м<sup>3</sup>. Для даного випадку найефективнішим був випадок з трьома хвилина обробки. Для випадку с басейном наша концентрація дорівнює 30188 КУО/м<sup>3</sup>. Тому логічним буде запитання за скільки один такий УЗ-кавітатор справиться з даним об'ємом води, з цього можемо отримати таке співвідношення:

$$\frac{0,00027 * 38400}{3} = \frac{318 * 30967}{x};$$

Виходячи з вищевикладеної формули маємо:

$$\frac{10368}{3} = \frac{9847506}{x};$$

Звідки

$$x = \frac{3 * 9847506}{10368};$$

Звідки

$$x = 2849,3 \text{ хв} = 47 \text{ год.}$$

Тобто один кавітатор справиться з очисткою мікроорганізмів в  $318 \text{ м}^3$  води, за 47 годин. Цей час не влаштовує, але так, як наш УЗ-кавітатор може бути наборним, тобто можливо поставити декілька підряд виходячи з цього можна поставити по 6 в ряди. 47 годин ми ділемо на 12 отримуємо 3,9 годин.

Отримуємо потрібну нам витрату за формулою:

$$Q = V/t ;$$

де  $V$  – об'єм нашого басейну, а  $t$  – час за який справляться наші кавітатори.

$$Q = \frac{318}{3,9} = 81 \text{ м}^3/\text{год}$$

тобто, отриманий результат нас задовольняє так, як витрата яку дає наш підібраний насос дорівнює 72 м<sup>3</sup>/год, а наш запропонований варіант може справитись з витратою в 81 м<sup>3</sup>/год. Для реалізації запропонованої системи водопідготовки необхідно розробити розгалужену систему з 3 кавітаторів в 4 ряди, так як ми маємо невеликий запас.

#### 4.6 Апробація

Нам запропонували нам участь у розробці системи для очисних в місті Одеса. Так як система водопідготовки для них займає велику площу, є дуже громіздкою і затратною не тільки в обслуговуванні, а і в загальні є дуже дорогою, місцева влада шукає рішення для того, щоб не тільки зменшити саму систему водопідготовки, а і зробити її менш затратною і кращою.

Коротка інформація про Одеські[13] очисні, та їх технології.

Інфоксводоканал (Філія «Інфоксводоканал» ТОВ «Інфокс») - підприємство, що забезпечує водопостачання і водовідведення міста Одеси та всіх прилеглих населених пунктів в Одеській області.

Інфоксводоканал очищає воду з р. Дністер і подає її на відстань в сорок кілометрів, бере і очищає всі стічні води, використовуючи інфраструктуру міста, що включає станцію очистки води, саме ту якій шукають заміну, насосні станції, мережа подачі і розподілу питної води, вже людям в домівки, каналізаційні колектори та насосні станції, станції біологічної очистки.

На цьому підприємстві більше ніж три тисячі чоловік.

Як відбувається водопостачання в місті?

Джерелом водопостачання є річка Дністер. Водозабір розташований, приблизно, на відстані 21 кілометр від впадіння річки в Дністровський лиман, недалеко від с. Маяки, приблизно 33 кілометри від Одеси. Річкова вода проходить очистку на ВОС «Дністер» до якості вже питної. Водоочисні станції включають в себе 69 фільтруючих установок. Фільтрація річкової води відбувається шляхом проходження через декілька шарів піску з проміжним відстоюванням суспензій у відстійниках після цього додаються допіміжні реагенти - коагулянти. Отримана вода знезаражується хлоруванням. Концентрація хлору витримується на певному рівні за допомогою системи дозування хлору, приклад якої розглянутий в третьому розділі. Очищена і, внаслідок хлорування, знезаражена вода далі потрапляє в п'ять великих насосних станцій потім йде по семи головним трубопроводам діаметром починаючи від 750 мм, і до 1400 мм подається споживачам в м. Одесу. Середня подача води на добу становить близько 750 тис.м<sup>3</sup>[13].

Муніципальна мережа водопостачання міста розділена на три основних райони - Північний, Центральний та Південний. Надходить вода в місто, потім розподіляється на сім районних насосних станцій, п'ять станцій із семи мають накопичувальні резервуари. Вночі вода набирається в резервуари. При заповненні можливе зниження концентрації хлору в воді для цього при перекачуванні в місто виробляється додатковий хлор. Для цього, з грудня 2011 р [13], застосовується гіпохлорид натрію - це нова технологія знезараження води, застосування цього реагенту за останній час є найбезпечнішим. Розподіл води по місту здійснюється через павутину трубопроводів, виконаної, основні частини якої виконані по кільцевій схемі. Приблизно 1600 км.- загальна протяжність всієї водопровідної мережі міста. До 60% всіх труб системи чавунні, де 30% це сталеві труби, всі інші виконані із залізобетону. В місті вже давно почали замінювати ці старі, вже дані труби на нові пластикові.

Як відбувається водовідведення в місті?

Загальна довжина каналізаційної системи в м. Одеса становить близько 683,52 км [14]. Каналізаційні випуски будинків виходять в безпідірні колектори, прокладені, як правило, під асфальтом проїжджої частини вулиць. Потім стічна вода потрапляє до каналізаційних насосних станцій (КНС). Понад ста насосів, розташованих на 26 каналізаційних насосних станціях, вони перекачують до 465 тисяч м<sup>3</sup> стоків на добу на дві станції біологічної очистки (СБО) - «Північну» і «Південну».

СБО «Північна» [14] приймає стічні води з центральної частини міста, а також районів Пересипу, Молдаванки, Слобідки, селища Котовського і, деяку частину, Малиновського району. На СБО стічні води фільтруються шляхом прокачування через



решітки-піскоуловлювачі, первинні відстійники, аеротенки далі потрапляють у вторинні відстійники і, вже потім, скидаються в Хаджибейський лиман або в Чорне море. В результаті фільтрації стічних вод утворюється мул, який збирається і складається на майданчику зберігання, розташованій прямо на території СБО.

На СБО «Південна» потрапляють господарсько-побутові стічні води з південних околиць міста (Київський район, ж / м Таїрова, Чорноморка і лівий берег Сухого Лиману). Вода очищаються, проходячи через очисні споруди і зливаються прямісінько в Чорне море через глибоководний дренаж довжиною приблизно 2 км [14]. Мул який утворюється зневоднюється на спеціальних центрифугах і складається на майданчику зберігання на території СБО.

Технологія очищення стічних вод [14]

Очищення стічних вод (рис 4.16) проводиться на станціях біологічного очищення «Південна» і «Північна». Біологічне очищення на двох станціях проводиться за традиційними схемами.

На біологічну очисну станцію під назвою «Північна» кожної доби надходить десь 170-190 тис. м<sup>3</sup> стічних вод.

Основна частина цих стічних вод надходить з центр міста, а також з районів Пересипу, Молдаванки, [14] Слобідки, ж / м Котовського, 7-го км., Овідіопольської дороги і частково Малиновського району, всі райони відносяться територіально до одного. Вісім насосних станцій виконуються збір і подачу стічних вод, які подають воду на насосну станцію КНС-1 (Головна КНС), яка перекачує стоки в чашу очисних споруд (1).



- 1 - Приемная камера; 2 - Здание решеток; 3 - Песколовки; 4 - Первичные радиальные отстойники; 5 - Аэротенки; 6 - Вторичные радиальные отстойники; 7 - Илоуплотнители; 8 - Иловые площадки; 9 - Песковые площадки; 10 - Хлораторная; 11 - Иловая насосная станция

Рис 4.16 Схема очищення стічних вод СБО Північна

Далі стічні води потрапляють до споруди механічної очистки, ця споруда включає в себе: будівлю решіток (2); чотири секції аерованих пісколовок (3); вісім первинних радіальних відстійників (4).

Весь осад, котрий осідає в первинних відстійниках, насосними станціями призначених для сирого осаду перекачується на мулові майданчики, ці майданчики вкриті асфальтобетонним покриттям (8).

Після перекачки з первинних відстійників (4) всі стічні води надходять до споруди біологічної очистки, котра містить в собі: чотири контактено-стабілізаційних аеротенка (5) та чотири вторинних відстійника (6).

В аеротенках всі стічні води, за допомогою мікроорганізмів активного мулу, проходять повну біологічну очистку. Подача повітря здійснюється через трубчасті аератори з спіненого полістиролу. З нижнього каналу аеротенків суміш всіх стічних вод, які містять в собі активний мул надходить прямісінько до вторинних радіальних відстійників (6) з прохідним діаметром 54 м, сили гравітації діють на цю суміш і відбувається відділення активного мулу від вже очищеної стічної води. Після осідання у вторинних відстійниках активний мул збирається мулозбирачем і під гідростатичним тиском крізь мулову камеру вторинних відстійників надходить до двох баків з активним мулом, вони розташовані в муловій насосній станції (11).

З цих резервуарів циркуляційний активний мул за допомогою осьових насосів перекачується в нижній канал активного мулу аеротенків. Потім циркуляційний мул надходить в басейни стабілізації аеротенків і далі прямує в басейни контакту на біологічну очистку стічної.

Мул котрий залишився відцентровими насосами, встановленими в муловій насосній станції (11), подається в мулоушільнювачі (7) діаметром 24 м [14]. Надлишкова рідина з мулоушільнювачів надходить в мулові камери мулової насосної станції (11). Вже потім ушільнений надлишковий мул збирається ілососами і самопливом надходить в камеру ушільненого мулу, котрий розташований в муловій насосній станції (11). З цього резервуара ушільнений мул відцентровими насосами перекачується на мулові майданчики (8), ці майданчики вкриті асфальтобетонним покриттям.

На мулових майданчиках іл сушиться, потім вантажівками перевозяться на поля компостування для довговічного зберігання. Дренажна вода з мулових майданчиків повертається в приймальну камеру (1).

Після біологічної [14] фільтрації вся очищена вода по спускних каналах, які мають довжину 3205,5 п.м., вода котра пройшла фільтрацію потрапляє на каналізаційно-насосну станцію, всю очищену вод перенаправляє в Хаджибейський лиман, або іншим скидних

трубопроводів діаметром 1400 мм [14] (на відстані 300 п.м. , від урізу води) в Чорне море. Скидання очищених стічних вод в лиман або в море регулюється особливим розпорядженням комісії з питань техногенно-екологічної безпеки та надзвичайних ситуацій.

Через те, що зливна каналізація на ж / м Котовського відсутня, при випаданні дощових осадів на очисні споруди надходить близько 400 тис. м<sup>3</sup> води в добу..

На станцію біологічної очистки «Південна»(рис 4.16) надходять господарсько-побутові стічні води південної частини міста, Чорноморки та лівого берега Сухого Лиману. Збір і подача стічних вод на СБО здійснюється 8-ма основними насосними станціями.

Фактично на станцію біологічної очистки надходить 70-90[14] тис. м<sup>3</sup> стічних вод на добу.

Стічні води подаються в приймальну камеру (1), де відбувається гасіння напору і самопливом по лотках надходять на споруди механічної очистки, що включають в себе:

будівлю решіток (2); три горизонтальні пісколовки (3); шість первинних радіальних відстійників діаметром 40 м (4).



- 1 - Приемная камера; 2 - Здание решеток; 3 - Песколовки; 4 - Первичные радиальные отстойники  
5 - Аэротенки; 6 - Вторичные радиальные отстойники; 7 - Илоуплотнители; 8 - Иловые площадки;  
9 - Песковые площадки; 10 - Хлораторная; 11 - Цех механического обезвоживания осадка; 12 -  
Камера эрлифтов

Рис 4.16 Схема очищення стічних вод СБО Південна [14].

Пісок котрий був затриманий в пісколовках потрапляє на піскові майданчики (9). Вологий осад, осідає в первинних відстійниках, насосами, розташованими в насосній станції вологого осаду перекачується в цех механічного зневоднення (11) або на резервні мулові майданчики з асфальтобетонним покриттям (8) очищення, що включають в себе:

п'ять чотирьохкоридорних аеротенків витискувачів з розосередженим впусканням води (5); шість вторинних відстійників (6); камеру ерліфтов (12).

В аеротенках здійснюється повна біологічна очистка стічних вод, за допомогою мікроорганізмів активного мулу. Повітря подається через трубчасті аератори з спіненого полістиролу. Після аеротенків суміш стічних вод з вмістом активного мулу надходить у вторинні радіальні відстійники (6) діаметром близько 40 м, сили гравітації діють на цю суміш і відбувається відділення активного мулу від вже очищеної стічної. Після осідання в вторинних відстійниках активний мул збирається мулососами і самопливом відправляється прямісінько в камеру ерліфтів (12) звідки повертається в регенератори аеротенків. Надлишковий мул насосами подається в мулоущільнювачі (7) діаметром 30 м. Надлишкова рідина потрапляє в приймальний резервуар насосної станції, вона самопливом надходить з мулоущільнювачів разом з господарсько-побутовими стоками, за якого допомогою насосів подається в приймальну камеру (1). Ущільнений надлишковий мул перекачується в цех механічного зневоднення осадів (11).

У цеху механічного зневоднення опади проходять через Проціджувач рідкого осаду, на барабані якого затримуються грубо дисперсні включення, і зневоднюються на центрифугах.

Очищені стічні води за допомогою трубопроводів скидання і глибоководного випуску діаметром 1200 мм., І довжиною 2300 п.м., скидаються в Чорне море.

Було запропоновано вирішити проблему громісткості системи та вирішити також не менш важливу проблему, те що вона дуже дорога. Схема запропонованої системи зображена на рис 4.18.

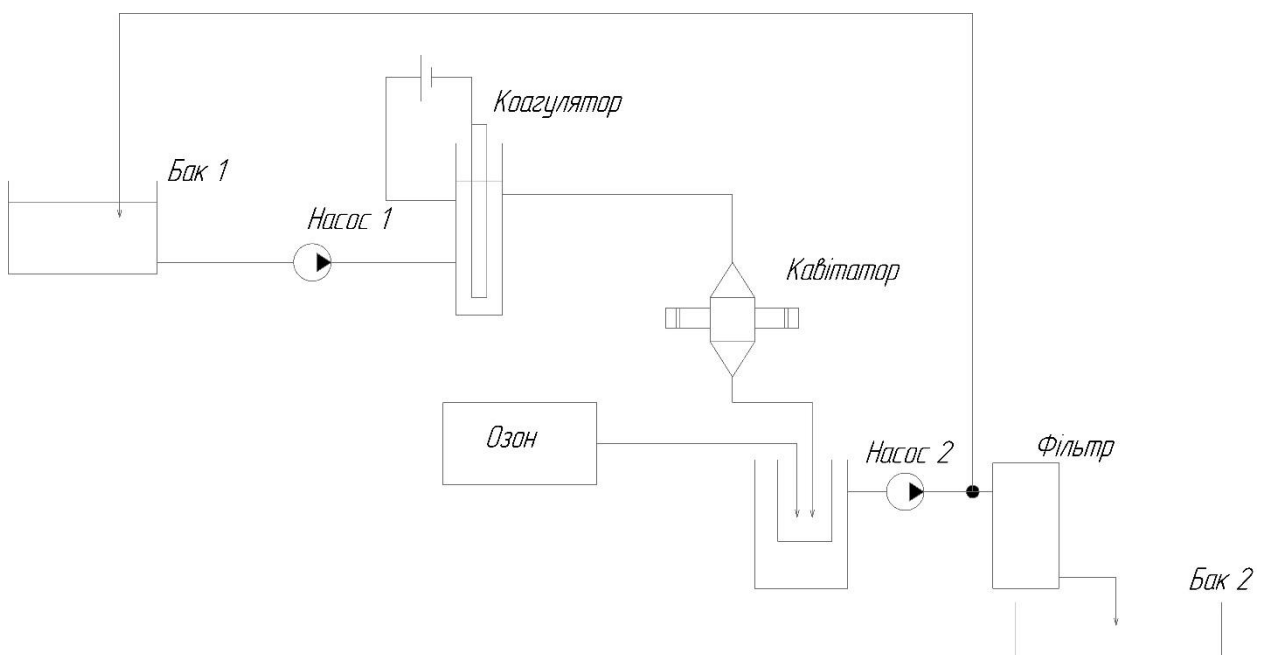


Рис.4.18 Пропонована схема очистки воды в м. Одеса

З бака воду забирає перший насос, та подає далі в систему до коагулятора, після коагуляції вода поступає до ультразвукового кавітатора, де мікроорганізми розбиваються на більш менші та перемішуються. Потім ця рідина насичується озоном, після озонатора насос частино повертає рідину назад в бак для того щоб вона знов пройшла цей процес, а половина йде на фільтр та зливається вже в інший бак. Після фільтра можна поставити систему яка буде звільняти воду від солей, це все залежить від води. Результати були досить не поганими, було тільки декілька питань з хімічної сторони питання, але кавітатор справився зі своєю задачею на 100%. З результатами експериментів можна ознайомитись в додатку Б.

Висновок до розділу.

Спираючись на отримані експериментальні данні, проведені статистичні розрахунки багатофакторного експерименту та на розрахунки можливості використання УЗ-кавітації в комбінованій системі водопідготовки вдалося запропонувати робочу схему для встановлення на очисних спорудах м. Одеса.

## РОЗДІЛ 5. РОЗРОБКА СТАРТАП – ПРОЕКТУ

Метою даного розділу є проведення маркетингового аналізу стартап – проекту для того, щоб визначити принципові можливості його ринкового впровадження та можливих напрямів реалізації цього впровадження.

### 5.1. Опис ідеї проекту

У табл.5.1 надано інформацію про зміст ідеї, можливі напрямки застосування, основні вигоди, що може отримати користувач товару.

Таблиця 5.1

Опис ідеї стартап - проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Система для ультразвукового кавітаційного очищення води. Впровадження ультразвуку як один із заключних етапів системи водопідготовки в басейні	1. Водопідготовка в басейнах	Зменшення громісткості системи
	2. Водопідготовка в очисних системах.	Зменшення ціни системи

У таблиці 5.2 зроблено аналіз техніко – економічних переваг ідеї порівняно із пропозиціями конкурентів.

Таблиця 5.2

Визначення характеристик ідеї проекту

	Техніко-економічні характеристики ідеї	(потенційні) товари/концепції конкурентів				W (слабка сторона)	N (нейтральна сторона)	S (сильна сторона)
		Мій проект	Хлорування	Ультрафіолет	Інші комбіновані системи.			
1	Кількість живих мікроорганізмів, %	2%	2%	2%	2%			+

2	Вартість, тис.дол	50	60	60	80			+
3	Громісткість (м.кв.)	10	15	15	20		+	

Аналіз слабких, нейтральних та сильних сторін техніко – економічних характеристик ідеї дозволяє зробити висновок, що дана ідея може бути конкурентоспроможною.

## 5.2. Технологічний аудит ідеї проекту

Оскільки ідея проекту полягає в новому виді водопідготовки в системі басейну, то аудит може мати такі варіанти рішення: .

-обладнання системи (всі комплектуючі) можна купити на ринку України, сам кавітатор є у нас в наявності.

-створення системи можна зробити вручну, або використати роботизовану техніку (буде не рентабельно).

## 5.3. Аналіз ринкових можливостей запуску стартап проекту

В даному пункті необхідно визначити ринкові можливості, які можна використати під час ринкового впровадження проекту, та ринкові загрози, які можуть перешкодити реалізації проекту, дозволяє спланувати напрями розвитку проекту із урахуванням стану ринкового середовища, потреб потенційних клієнтів та пропозицій проектів-конкурентів [35].

5.3.1. Аналіз попиту: наявність попиту, обсяг, динаміка розвитку ринку. (табл. 5.3).

Таблиця 5.3.

Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

№	Показники стану ринку (найменування)	Характеристика
1	Кількість головних гравців, од	2
2	Загальний обсяг продаж, грн/ум.од	5 млн. дол.
3	Динаміка ринку (якісна оцінка)	Зростає
4	Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень)	Відсутні
5	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	ГОСТ Р 53491.1 – 2009 «Басейны. Подготовка

		води. Часть 1. Общие требования. DIN 19643-1:1997»
6	Середня норма рентабельності в галузі (або по ринку), %	10%

За таблиці 5.3 видно, що за попереднім оцінюванням є ринок привабливим для входження.

5.3.2. Визначення потенційних груп клієнтів, їх характеристики, та формування орієнтовних вимог до товару для кожної групи (табл. 5.4).

Таблиця 5.4.

Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару
Підвищення ефективності водопідготовки води, зменшення собівартості.	1)Приватні домівки з басейнами; 2) Спорткомплекси та державні басейни;	1) Різний тип обладнання; 2) Різні потужності виробництва 3) Різні види ільтрації	3) Мала горітскість 2) Надійність 3) Найменша вартість

5.3.3. Проводення аналізу ринкового середовища: формування таблиці факторів, що сприяють ринковому впровадженню проекту, та факторів, що йому перешкоджають (табл. 5.5 - 5.6). Фактори в таблицях подані в порядку зменшення значущості.

Таблиця 5.5.

Фактори загроз

№ п/п	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1	Вартість	Вартість системи у порівнянні з іншими компаніями	Різде пониження ціни
2	Строк служби	Строк служби має бути більшим ніж у конкурентів	Заміна на нову систему іншого постачальника. Відмова від подальшої співпраці.

Таблиця 5.6.



#### Фактори можливостей

№ п/п	Фактор	Зміст можливості	Можлива реакція компанії
1	Підвищення строку служби системи	Мікроорганізми не можуть звикнути до ультразвукової кавітації	Заміна своїх комплектуючих на наші.
2	Зменшення витрат на систему	Зменшення собівартості продукту, що випускається	Зниження вартості вихідного продукту

5.3.4. Проведення аналізу пропозиції: визначення загальних рис конкуренції на ринку (табл. 4.8).

Таблиця 5.7.

#### Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)
1. Вказати тип конкуренції - монополія/олігополія/ монополістична/чиста	монополістична	У разі монополістичної конкуренції легко заснувати нову фірму або залишити ринок. Нові продавці часто відчують труднощі з новими для покупців торговельними марками і послугами.
2. За рівнем конкурентної боротьби - локальний/національний/...	Національна	Національна конкуренція сприяє вливанню капіталів і товарів державою та інвесторами, створює конкурентну боротьбу
3. За галузевою ознакою - міжгалузева/ внутрішньогалузева	внутрішньогалузева	Сприяла зниженню витрат виробництва, впровадженню НТП, підвищенню ефективності виробництва.
4. Конкуренція за видами товарів: - товарно-родова - товарно-видова - між бажаннями	товарно-родова	Конкуренція між різними видами товарів, які можуть виконувати подібні функції.
5. За характером конкурентних переваг - цінова / нецінова	цінова	Головною конкурентною перевагою є ціна політика на систему водопідготовки
6. За інтенсивністю - марочна/не марочна	марочна	ситуація на ринку, де компанія розглядає як своїх конкурентів компанії, що пропонують подібний продукт тим же цільовим покупцям

5.3.5. Проведення більш детального аналізу умов конкуренції в галузі (табл. 5.8).

Таблиця 5.8.

## Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

	Прямі конкуренти в галузі	Потенційні конкуренти	Постачальники	Клієнти	Товари-замінники
Складові аналізу	На ринку спостерігається тенденція до збільшення кількості підприємств і посилення конкуренції на ринку.	Бар'єри входу на ринок є порівняно незначними. Вартість організації бізнесу сягає 100 тис. дол.	Існує чітка залежність від постачальників як якості продукції, так і можливих обсягів її виробництва.	Споживачі мають широку географію	Посилилася конкуренція зі сторони товарів залежить на пряму від вибору типу водопідготовки.

Висновки: має місце інтенсивна конкурентна боротьба з боку прямих конкурентів, є можливість виходу на ринок, товари замітники пропонують вищу вартість.

Беручи за основу аналізу конкуренції, проведеного в п. 4.3.5 (табл. 5.8), а також із урахуванням характеристик ідеї проекту (табл. 5.2), вимог споживачів до товару (табл. 5.4) та факторів маркетингового середовища (табл. 5.5-5.6)

5.3.6 Визначення та обґрунтування, перелік факторів конкурентоспроможності. Аналіз оформлюється за табл. 5.9.

Таблиця 5.9.

## Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проектів значущим)
1	Унікальність системи з використанням УЗ-кавітації.	В умовах монополістичної конкуренції, коли фактор диференціації ТМ є ключовим засобом ведення конкурентної боротьби, важливим є створення та підтримання унікального виду водопідготовки на ринку.
2	Ціна	Оскільки такий пристрій є досить дешевий, порівняно з іншими типами, він буде досить конкурентно спроможним для споживача.
3	Маркетинговий бюджет	Від розміру маркетингового бюджету залежить здатність здійснювати маркетингову стратегію підприємства. Маркетингові заходи мають забезпечувати інші конкурентні переваги такі, як рівень диференціації, лояльності, репутація виробника, дистрибуція та просування.

5.3.7. Фінальним етапом ринкового аналізу можливостей впровадження проекту є складання SWOT-аналізу (матриці аналізу сильних (Strength) та слабких (Weak) сторін, загроз (Troubles) та можливостей (Opportunities) на основі виділених ринкових загроз та можливостей, та сильних і слабких сторін (табл. 5.10).

Перелік ринкових загроз та ринкових можливостей складається на основі аналізу факторів загроз та факторів можливостей маркетингового середовища. Ринкові загрози та ринкові можливості є наслідками (прогнозованими результатами) впливу факторів, і, на відміну від них, ще не є реалізованими на ринку та мають певну ймовірність здійснення.

Таблиця 5.10.

SWOT-аналіз стартап-проекту

<p>Сильні сторони:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Унікальність установки;</li> <li>2. Виконує ті ж самі функції за більш низьку ціну.</li> <li>3. Нижча ціна порівняно з конкурентами</li> </ol>	<p>Слабкі сторони:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Не є досить розповсюдженим на ринку;</li> <li>2. Відсутність чітко вираженої маркетингової стратегії, непослідовність в її реалізації.</li> </ol>
<p>Можливості:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Можливість збільшення обсягів реалізації системи</li> <li>2. Можливість збільшення обсягів продаж за рахунок впровадження ще більш точних систем позиціонування</li> </ol>	<p>Загрози:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Загроза втрати споживачів внаслідок підвищення тиску зі сторони товарів-конкурентів</li> <li>2. Загроза підвищення пониження ціни у конкурентів.</li> </ol>

#### 5.4. Розроблення ринкової стратегії проекту

5.4.1. Визначення стратегії охоплення ринку: опис цільових груп потенційних споживачів (табл. 5.11).

Таблиця 5.11.

Вибір цільових груп потенційних споживачів

№ п/п	Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту)	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу у сегмент
1	Басейни великих розмірів (спорткомплекси)	+	високий	середня	середня
2	Басейни середніх розмірів (приватні)	+	високий	середня	середня
3	Малі (дачні)	+	середній	середня	середня
Які цільові групи обрано: обрані всі три цільові групи потенційних споживачів					

За результатами аналізу потенційних груп споживачів (сегментів) визначена стратегія охоплення ринку: компанія працює із всім ринком, пропонуючи стандартизовану програму (включно із характеристиками товару/послуги), значить використовується диференційований маркетинг.

5.4.2 . Для роботи в обраних сегментах ринку необхідно сформувати базову стратегію розвитку (табл. 5.12).

Таблиця 5.12.

Визначення базової стратегії розвитку

№	Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку
1	Розвиток ринку	Масовий маркетинг	Низькі витрати створюють бар'єр входу для нових конкурентів і одночасно хороший захист проти товарів-замінників	Стратегія лідерства по витратах
2	Розвиток товару	Диференційований маркетинг	Відмітні властивості товару і завойована прихильність клієнтів захищають фірму і від товарів-замінників	Стратегія диференціації
3	Більш глибоке проникнення на ринок	Концентрований маркетинг	Задоволення потреб вибраного цільового сегменту краще, ніж конкуренти	Стратегія спеціалізації

На основі таблиці 5.12 обрана базова стратегія розвитку - стратегія диференціації.

5.4.3 Вибір стратегії конкурентної поведінки (табл. 5.13).

Таблиця 5.13. - Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

№ п/п	Чи є проект «першопрохідцем» на ринку?	Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів?	Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента?	Стратегія конкурентної поведінки
1	Так	Так	Ні	Стратегія лідера
2	Ні	Так	Ні	Стратегія виклику лідера
3	Ні	Ні	Так	Стратегія наслідування лідеру
4	Так	Ні	Ні	Стратегія заняття конкурентної ніші

На основі таблиці 5.13 стратегія конкурентної поведінки - стратегія лідера.

#### 5.5. Розроблення маркетингової програми стартап-проекту.

##### 5.5.1. Формування маркетингової концепції товару, який отримає споживач.

Для цього у табл. 5.14 потрібно підсумувати результати попереднього аналізу конкурентоспроможності товару.

Таблиця 5.14. - Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

№ п/п	Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентами (існуючі або такі, що потрібно створити)
1	Підвищення очисної спроможності	Підвищення якості роботи	Легкість в обслуговуванні, викростовуванні та діагностиці
2	Зменшення витрат на систему	Зниження собівартості готової продукції	Невелика вартість продукту

5.5.2. Наступним кроком є визначення цінових меж, якими необхідно керуватись при встановленні ціни на потенційний товар.

Остаточне визначення ціни відбувається під час фінансово-економічного аналізу проекту, котре передбачає аналіз ціни на товари-аналоги або товари субституту, а також аналіз рівня доходів цільової групи споживачів (табл. 5.15) [34]. Аналіз проводиться експертним методом.

Таблиця 5.15.- Визначення меж встановлення ціни

Рівень цін на товари-замінники	Рівень цін на товари-аналоги	Рівень доходів цільової групи споживачів	Верхня та нижня межі встановлення ціни на товар/послугу
1-2 тис. дол.	5-6 тис. дол.	200 млн. дол.	12-15 тис. дол. на ступінь

5.5.3. Наступним кроком є визначення оптимальної системи збуту, в межах якого приймається рішення (табл. 5.16):

- проводити збут власними силами або залучати сторонніх посередників (власна або залучена система збуту);
- вибір та обґрунтування оптимальної глибини каналу збуту;
- вибір та обґрунтування виду посередників.

Таблиця 5.16. - Формування системи збуту

Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів	Функції збуту, які має виконувати постачальник товару	Глибина каналу збуту	Оптимальна система збуту
Характерно для наукомістких галузей зі специфічним і (або) дорогим товаром, який може бути придбаний обмеженим числом споживачів, які потребують специфічних компонентів для свого специфічного фінального продукту (машинобудування з виробництвом за індивідуальними замовленнями або дрібними серіями).	Просування на ринок подібних продуктів в рамках даної системи збуту не вимагає будь-якої широкої реклами. Швидше потрібно одного разу з'ясувати, хто з потенційних покупців інновацій може в них потребу і яка поточна платоспроможність даного клієнта.	Канал нульового рівня	Канал складається з виробника, який продає свій товар безпосередньо споживачам (через відділ збуту, збутові філії, мережу фірмових магазинів, поштову торгівлю тощо)

5.5.4. Останньою складовою маркетингової програми є розроблення концепції маркетингових комунікацій, що спирається на попередньо обрану основу для позиціонування, визначену специфіку поведінки клієнтів (табл. 5.17).

Таблиця 5.17. - Концепція маркетингових комунікацій

Специфіка поведінки цільових клієнтів	Канали комунікацій, якими користуються цільові клієнти	Ключові позиції, обрані для позиціонування	Завдання рекламного повідомлення	Концепція рекламного звернення
Наукомісткі галузі зі специфічним і (або) дорогим	Включають в себе пряму поштову розсилку,	Конкурентне позиціонування, яке базується на демонстрації	Отримати можливість у кілька разів збільшити	Головними елементами структури реклами є

товаром, який може бути придбаний обмеженим числом споживачів	замовлення по друкованим каталогам і продаж в режимі он-лайн.	переваг товарів підприємства над товарами конкурентів.	обсяг продажу своїх товарів	тема реклами і девіз рекламної кампанії.
---	---	--	-----------------------------	--

## 5.6 Висновки

Було проведено аналіз можливості ринкової комерціалізації проекту. За результатами аналізу було виявлено, що технологічна реалізація проекту можлива, визначені його сильні та слабкі сторони, конкурентні позиції на ринку водопідготовки.

Даний ринок є привабливим для входження через невелику вартість та високу ефективність технології. З огляду на потенційні групи клієнтів, не дуже великі бар'єри входу на ринок, через унікальність технології, у порівнянні з товарами конкурентів, даний проект можна вважати перспективним для впровадження.

## РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

### 6.1 Основні положення

Охорона праці - це система законодавчих актів, соціально-економічних, організаційних, технічних, гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, що забезпечують безпеку, збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці.

У даному розділі дипломного проекту «охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях» буде розглянуто питання, які стосуються безпеки роботи пристрою для ультразвукового очищення води:

1. оцінка приміщення, де проходять випробування;
2. аналіз мікрокліматичних умов;
3. розрахунок освітлення ;
4. електробезпека;
5. пожежна безпека та оцінка пожежної обстановки під час аварії на вибухонебезпечному об'єкті;

Загальна характеристика комплексу

Таблиця 6.1

Загальна характеристика комплексу

Небезпечні і шкідливі чинники, що наявні в конструкції виробу або виявляються при його експлуатації	Наявність шкідливих, небезпечних або токсичних речовин.	ні
	Наявність шуму	так
	Наявність небезпек при роботі установки	так
	Наявність можливості ураження людини електричним струмом	так

### 6.2.Оцінка приміщення

Лабораторія, де працює пристрій для ультразвукового кавітаційного очищення води, має наступні параметри:

1. висота  $h = 2.5\text{м}$  ;



2. довжина  $l = 5\text{м}$ ;

3. ширина  $b = 6\text{м}$ .

Таким чином, визначимо площу і об'єм виробничого приміщення:

$$S = b \cdot l;$$

$$S = 6 \cdot 5 = 30\text{м}^2;$$

$$V = b \cdot l \cdot h;$$

$$V = 6 \cdot 5 \cdot 3,5 = 75\text{м}^3.$$

У приміщенні для ультразвукового кавітаційного очищення еластичних матеріалів працює 1 працівник. Таким чином, маємо таку площу і об'єм приміщення, які припадають на одну людину:

$$S' = 30\text{м}^2;$$

$$V' = 75\text{м}^3$$

Таким чином, порівнюємо фактичні дані щодо площі та об'єму, які припадають на одного робітника, з нормативними (див. табл.6.2).

Таблиця 6.2.

Порівняння фактичних і нормативних даних щодо площі й об'єму приміщення на одного працівника.

Параметри	Нормативні	Фактичні
Площа, $\text{м}^2$	не менше 6	30
Об'єм, $\text{м}^3$	не менше 71,5	75

Таким чином, бачимо, що параметри виробничого приміщення, де проходить ультразвукове кавітаційне очищення води, а саме розміри цього приміщення, які припадають на одного працівника, в цілому відповідають нормативним параметрам площі й об'єму приміщення на одного працівника.

### 6.3. Аналіз мікрокліматичних умов

Розглянемо вплив параметрів мікроклімату лабораторії, в якому проводиться ультразвукове кавітаційне очищення води.

Основним нормативним документом, який визначає параметри мікроклімату виробничих приміщень, є ДСН 3.3.6.042-99

У даному приміщенні маємо такі фактори мікроклімату:

Мікроклімат даного виробничого приміщення забезпечується за допомогою проточної-витяжної вентиляції. Оптимальна температура повітря підтримується взимку за рахунок центрального опалення, а влітку - за допомогою кондиціонерів.

У цьому виробничому приміщенні відбувається робота, яка відноситься до категорії Іб, тобто легка робота.

Далі порівнюємо фактичні параметри мікроклімату приміщення з нормативами, і ці дані зведемо в таблицю 6.3.

Таблиця 6.3.

Оптимальні норми температур, відносної вологості і швидкості руху повітря в робочій зоні виробничого приміщення.

Фактори мікроклімату	Нормативні		Фактичні	
	Холодний період року ( $t < +10^{\circ}\text{C}$ )	Теплий період року ( $t \geq +10^{\circ}\text{C}$ )	Холодний період року ( $t < +10^{\circ}\text{C}$ )	Теплий період року ( $t \geq +10^{\circ}\text{C}$ )
Температура, $^{\circ}\text{C}$	21 - 23	22 - 24	22-24	23-25
Вологість, %	40 - 60	40 - 60	40 - 60	40 - 60
Швидкість руху повітря, м/с	Не більше 0,2	Не більше 0,3	0,15-0,2	0,3-0,35

Таким чином, ми бачимо, що фактичні параметри мікроклімату даного виробничого приміщення відповідають нормативним параметрам санітарних норми мікроклімату виробничих приміщень ДСН 3.3.6.042-99 впровадженням відповідно до ГОСТ 12.1.005-88.

#### 6.4. Розрахунок освітлення

У даному виробничому приміщенні природного освітлення недостатньо, тому також використовується штучне загальне освітлення, при якому лампи розміщуються у верхній зоні приміщення (не нижче 2,5 м над підлогою) з урахуванням розташування робочих місць (загальне локалізоване освітлення).

Відповідно до ДБН В.2.5-28-2006 маємо такі норми освітлення залежно від характеру роботи (див. табл.4.4).

Таблиця 4.4.

Норми штучного та природного освітлення виробничих приміщень.

Характеристика зорової роботи	Найменший розмір об'єкта розпізнавання, мм	Контраст	Розряд роботи	Фон	Мінімальна освітленість, лк
Висока точність	0,3 ... 0,5	середній	III	Середній	300

У процесі ультразвукового кавітаційного очищення еластичних матеріалів виконуються зорові роботи малої точності. Таким чином, мінімальна освітленість даного виробничого приміщення становить 150 лк.

#### Розрахунок природного освітлення

Основним показником природного освітлення є коефіцієнт природного освітлення. Відповідно ДБН В.2.5-28-2006 значення коефіцієнта природного освітлення (КПО) для даного виробничого приміщення, розташованого в IV поясі світлового клімату, визначається за формулою:

$$e_n^{IV} = e_n^{III} \cdot m \cdot c,$$

де  $m = 0,9$  - Коефіцієнт світлового клімату;

$c = 0,85$  - Коефіцієнт сонячності;

$e_n^{III} = 3,0$  - Значення КПО в III поясі світлового клімату.

Таким чином, маємо:

$$e_n^{IV} = 3,0 \cdot 0,9 \cdot 0,85 = 2,295 .$$

Маємо бічне освітлення, при якому, відповідно до ДБН В.2.5-28-2006, норма природного освітлення по зоровій роботі малої точності становить  $e_n = 1,0$ .

Таким чином, для даного виробничого приміщення маємо достатньо природного освітлення.

Розрахунок штучного освітлення

При розрахунку штучного освітлення використовуємо метод світлового потоку.

Метод світлового потоку призначений для розрахунку загального рівномірного освітлення горизонтальних поверхонь. Цей метод враховує як прямий світловий потік, так і відбитий від стін і стелі.

Світловий потік лампи  $\Phi_l$  визначають за формулою:

$$\Phi_l = \frac{E \cdot S \cdot k_z \cdot Z}{N \cdot n \cdot \eta},$$

де  $E$  - нормована освітленість, яка для пристрою для ультразвукового кавітаційного очищення еластичних матеріалів (загальне спостереження за ходом виробничого процесу) за нормами штучного та природного освітлення виробничих приміщень (відповідно до «Будівельних норм і правил» - ДБН В.2.5-28-2006 ) знаходиться в межах 70 -30 лк; приймаємо  $E = 50 \text{ лк}$  ;

$S$  - площа освітлюваного приміщення; приймаємо  $S = 30 \text{ м}^2$  ;

$k_z$  - Коефіцієнт запасу, який враховує зниження освітленості в результаті забруднення і старіння ламп ( $k_z = 1,3 \dots 1,8$ ), Приймаємо  $k_z = 1,5$ ;

$Z$  - коефіцієнт нерівномірності освітленості ( $Z = 1,1 \dots 1,15$ ), приймаємо  $Z = 1,15$ ;

$N$  - кількість світильників; для даного приміщення, приймаємо  $N = 2$ ;

$n$  - кількість ламп у світильнику, приймаємо  $n = 2$ ;

$\eta$  - Коефіцієнт використання світлового потоку, приймаємо  $\eta = 0,8$ .

Таким чином, маємо:

$$\Phi_{\text{л}} = \frac{50 \cdot 30 \cdot 1,5 \cdot 1,15}{2 \cdot 2 \cdot 0,8} = \frac{2587,5}{3,2} = 808,59 \text{ лм} .$$

З розрахунку обираємо 12 ламп PHILIPS TL-D,  $\Phi_{\text{л}}$  кожної дорівнює 80

## 6.5. Електробезпека

Класифікація приміщення з точки зору небезпеки ураження людини електричним струмом.

Умови, характерні для даного приміщення:

- За ступенем ураження електричним струмом дане приміщення відноситься до категорії сухих - з середньою відносною вологістю повітря не вище 60%.

- у повітрі можуть бути наявні частинки, що проводять струм.

Підсумовуючи, характеризуємо клас приміщення – “з особливою небезпекою”, згідно з ПУЕ.

Для установки використовується однофазного мережа змінного струму 220В.

Причинами ураження людей електричним струмом можуть бути:

- раптове торкання струмопровідних частин, що знаходяться під напругою;
- поява напруги на відключених струмопровідних частинах, на яких працює людина, внаслідок помилкового включення установки;

При роботі даного пристрою, який розташований у лабораторії, передбачено наступні заходи з електробезпеки:

- нормування опору ізоляції: маємо опір ізоляції не менш 0,5 МОм;
- наявність захисного заземлення, опір контуру якого повинно бути не більше 4,0 Ом, причому всі з'єднання в контурі заземлення повинні виконуватися тільки зварюванням;
- рубильники для відключення струму в разі непередбачених обставин повинні бути розташовані в доступному видному місці, підхід до них повинен бути вільний.

Задачею заземлення являється усунення небезпеки ураження людей струмом при замиканні на корпус. Принцип дії заземлення – перетворення замикання на корпус в однофазне коротке замикання, тобто замикання між фазним та нульовим проводами з метою створення високого струму, здатного забезпечити спрацювання захисту та тим самим автоматично відключити пошкоджену установку від мережі.

## 6.6. Пожежна безпека та оцінка пожежної обстановки під час аварії на вибухонебезпечному об'єкті

Відповідно до ОНТП 24-86 дана лабораторія за класифікацією по вибухонебезпечному і пожежній безпеці відноситься до категорії «Д», тобто в ньому знаходяться негорючі речовини і матеріали в холодному стані.

Для запобігання розповсюдження пожежі приміщення обладнане засобами пожежної зв'язку та сигналізацією за ГОСТ 12.1.004-84 і телефоном загальноміської мережі для зв'язку з пожежною охороною.

Пожежна сигналізація в даному приміщенні електрична, основою якої є фотоелектрична сигналізація (фотореле). Фотоелектрична сигналізація спрацьовує в слідстві затемнення димом світлового променя, спрямованого на елемент.

У даному приміщенні передбачено також наявність таких засобів пожежогасіння, як:

- вогнегасники ОУ-5 або ОУ-8 – 2шт.

У разі пожежі повинна бути забезпечена можливість евакуації людей, які перебувають в лабораторії, через евакуаційні виходи. Двері повинні відкриватися в бік виходу з об'єкту.

Складемо таблицю (табл.6.5) щодо нормативних значень параметрів евакуаційних виходів і фактичних значень параметрів евакуаційних виходів, які розташовані в даному виробничому приміщенні.

Таблиця 6.5.

Параметри евакуаційних виходів

Характеристики	Нормативні значення	Фактичні значення
Висота дверних проходів, м	не менш 2м	2 м
Ширина дверних проходів, м	не менш 0,8 м	0,8 м
Ширина проходу для евакуації, м	не менш 1м	1 м
Ширина коридору, м	не менш 2м	2м
Кількість виходів, шт	2	2
Висота поручнів сходів, м	не менш 0,9 м	1 м
Ширина сходів, м	не менш 1м	1,2 м

Причиною виникнення надзвичайної ситуації може стати газовий трубопровід, що проходить вздовж лабораторії на відстані 300 м. Характеристика елементів лабораторії:

будівля – цегляна, кабельні лінії - наземні, контрольно-вимірювальна апаратура-наявна, границя вогнетривкості несучих стін - 2.5Ч год.

Розрахуємо, в якій зоні знаходиться об'єкт:

Зона I:

$$R_I = 17,5\sqrt[3]{Q} = 17,5\sqrt[3]{10000} = 377;$$

Зона II:

$$R_{II} = 1,7R_I$$

$$R_{II} = 1,7 * 377 = 640,9$$

Розрахуємо ступінь руйнувань:

$$VP_{\phi 2} = 1300 \left( \frac{R_I}{R_{II}} \right)^3 + 50, \text{кПа}$$

$$VP_{\phi 2} = 1300 \left( \frac{377}{640,9} \right)^3 + 50 = 0,31 \text{ кПа}$$

Таким чином, ступінь руйнування будівлі – слабкий. Наслідки вибуду: часткове руйнування внутрішніх перегородок, покрівлі, дверних і віконних коробок, легких будівель і ін. Основні несучі конструкції зберігаються. Для повного відновлення потрібен капітальний ремонт.

Будівля має III-ій ступінь вогнестійкості (будинки з несучими та огорожувальними конструкціями з природних або штучних кам'яних матеріалів, бетону або залізобетону. Для перекриттів допускається використання дерев'яних конструкцій, захищених штукатуркою або важкогорючими листовими, а також плитними матеріалами. До елементів покриттів не висовуються вимоги щодо межі вогнестійкості і меж поширення вогню, при цьому елементи покриття із деревини підлягають вогнезахисній обробці).

Категорія пожежної безпеки В (приміщення, в яких знаходяться (обертаються) горючі і важкогорючі рідини, тверді горючі і важкогорючі речовини і матеріали (в тому числі пил

та волокна), речовини і матеріали, здатні при взаємодії з водою, киснем повітря або один з одним тільки горіти).

Висновок: таким чином будівля придатна та безпечна для використання.



Загальні висновки: в магістерській роботі було проведено оглядову частину на басей, яких типів води бувають, які бвають методи водопідготовки для них, та існуючих рішень. Другий розділ нам показав, які взагалі бувають бактерії, і з чим їх їдять. Було розраховано середній басейн для купання людей, визначені його параметри підбрано обладнання. Проведено експерименти на вплив ультразвуку на запропоновані нам компанією «Кронос агро» мікроорганізми, які показали нам, що без планування експерименту не обійтись. Проведено розрахунок можливості використання УЗ-установки в комбінованій системі водопідготовки води для басейнів. Проект-старап був розроблений для розуміння входу на ринок і як потрібно себе на ньому вести. Були розроблені рекомендації, що до охорони праці в умовах лабораторії.

## ДОДАТОК А.

## ДОДАТОК Б.

Білгород-Дністровський міськрайонний  
відділ лабораторних досліджень  
ДУ «Одеський обласний лабораторний центр  
МОЗ України»  
Свідчення про атестацію №39/14  
від 02.10.2014р до 01.10.2019р

Код форми за ЗКУД  
Код закладу за ЗКПО  
Медична документація  
Ф. № 325-/0  
Затвержена наказом МОЗ України  
11.07.2000, № 160

**ПРОТОКОЛ № 340**  
дослідження води поверхневих водоймищ,  
прибережних зон морів і сточних вод  
від 26.03.2018 року



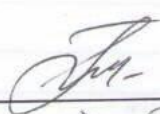
Місце відбору проби: смт Затока, ПУЖКХ «Затока»

Найменування вододжерела: лиман після очистки

Дата і час відбору проби: 20.03.2018р

Додаткова інформація: по договору

Температура води у градусах С°	-	
Запах	Йодистий	
Інтенсивність у балах	-	
Характер (описати)	-	
Поріг зникнення (в розведенні)	-	
Кольоровість у градусах	16,5	
Колір (описати)	-	
Поріг зникнення кольору (в розведенні)	-	
Каламутність	0,87	мг/дм³
Прозорість	-	(см)
Плаваючі домішки, плівки	-	
Зважені речовини	-	мг/дм³
РН	7,55	
Розчинений кисень	-	мг/дм³
БСК-5	-	мгО²/дм³
БСК-20	-	мгО²/дм³
Окисність	3,43	мгО²/дм³
ХСК	-	мгО²/дм³
Лужність	-	мг-екв
Кислотність	-	мг-екв
Загальна жорсткість	3,0	мг-екв/дм³
Сухий залишок	-	мг/дм³

Кальцій	-	мг/дм <sup>3</sup>
Магній	-	мг/дм <sup>3</sup>
Залізо	< 0,05	мг/дм <sup>3</sup>
Хлориди	1717,0	мг/дм <sup>3</sup>
Сульфати	899,3	мг/дм <sup>3</sup>
Аміаку	0,3	мг/дм <sup>3</sup>
Нітратів	1,95	мг/дм <sup>3</sup>
Нітритів	0,088	мг/дм <sup>3</sup>
Фтор	-	мг/дм <sup>3</sup>
<b>Специфічні речовини, характерні для місцевих умов</b>		
СПАР (синтетично поверхневоактивні речовини)		мг/дм <sup>3</sup>
Нафтопродукти		мг/дм <sup>3</sup>
Феноли		мг/дм <sup>3</sup>
Ціаніди		мг/дм <sup>3</sup>
Мідь		мг/дм <sup>3</sup>
Свінець		мг/дм <sup>3</sup>
Цинк		мг/дм <sup>3</sup>
Хром трьохвалентний		мг/дм <sup>3</sup>
Хром шестивалентний		мг/дм <sup>3</sup>
Сірководень		мг/дм <sup>3</sup>
<p>Підпис особи, яка проводила дослідження: лаборант біолог  Зубкова А. Д. Машлевська К.П.</p> <p>Завідувач сангіг лабораторією  Карбан С.О.</p> <p>Завідувач відділенням організації сангіг досліджень:  Таран О.М.</p> <p><i>Вибрана проба м'яса, що вживається в місцевості деп. №12 по військовій території, с/господарству</i></p>		

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. <http://poradum.com/remont/lazny/sistema-filtraci%D1%97-vodi-v-basejni-tipi-ta-obladnannya.html>
2. <http://xn--80abnmeyz.xn--j1amh/index.php/komfort/ochistka-vody/47-med-serebro>
3. [http://www.mediana-filter.com.ua/water\\_filter\\_uf.html](http://www.mediana-filter.com.ua/water_filter_uf.html)
4. [http://kronos-agro.com.ua/ru/RU\\_AboutUs.php](http://kronos-agro.com.ua/ru/RU_AboutUs.php)
5. <http://www.gastroscan.ru/handbook/118/5648>
6. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Lactobacillus\\_acidophilus](https://ru.wikipedia.org/wiki/Lactobacillus_acidophilus)
7. Бабьева И. П. Семейство сахаромикетовые (Saccharomycetaceae) и другие группы дрожжей // *Жизнь растений* / Под ред. проф. [М. В. Горленко](#). — М.: [Просвещение](#), 1976. — Т. 2. Грибы. — С. 91—106. — 479 с.
8. *A. Goffeau, B. G. Barrell, H. Bussey, R. W. Davis, B. Dujon, H. Feldmann, F. Galibert, J. D. Hoheisel, C. Jacq, M. Johnston, E. J. Louis, H. W. Mewes, Y. Murakami, P. Philippsen, H. Tettelin & S. G. Oliver (1996). «[Life with 6000 genes](#)» (PDF). *Science* **274** (5287): 546, 563–567. DOI:[10.1126/science.274.5287.546](#). PMID [8849441](#). Bibcode: [1996Sci...274..546G](#)*
9. Березюк О. В. Планування багатофакторного експерименту для дослідження вібраційного гідроприводу ущільнення твердих побутових відходів / О. В. Березюк // *Вібрації в техніці та технологіях*. — 2009. — № 3 (55). — С. 92-97.
10. Березюк О. В. Моделювання компресійної характеристики твердих побутових відходів у сміттєвозі на основі комп'ютерної програми “PlanExp” / О. В. Березюк // *Вісник Вінницького політехнічного інституту*. — 2016. — № 6. — С. 23-28.
11. Левшина Е. С. Электрические измерения физических величин: (Измерительные преобразователи). Учеб. пособие для вузов / Е. С. Левшина, П. В. Новицкий. — Л. : Энергоатомиздат. Ленинград. отд-ние, 1983. — 320 с.
12. Новицкий П. В. Оценка погрешностей результатов измерений / П. В. Новицкий, И. А. Зограф. — Л. : Энергоатомиздат, 1985. — 114 с.
13. <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%BD%D1%84%D0%BE%D0%BA%D1%81%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D0%BA%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D0%BB>
14. [https://infoxvod.com.ua/information/tehnologiya\\_ochistki\\_stochnih\\_vod](https://infoxvod.com.ua/information/tehnologiya_ochistki_stochnih_vod)

15. <http://baniwood.ru/sistema-filtracii-vody-v-bassejne.html>
16. <https://www.infoniac.ru/news/10-kovarnyh-zhitelei-pit-evoi-vody.html>
17. О.Ф. Луговський. Ультразвукове кавітаційне обладнання для ультразвукової кавітаційної обробки рідини / Луговський О.Ф., Мовчанюк А.В., Гришко І.А., Зілінський А.І., Луговський О.О., Фесич В.П., Новосад А.А. // Винахідник і раціоналізатор. Наука і техніка 2017р., №3, Київ. с 12-16.
18. О.Ф. Луговський Підвищення продуктивності ультразвукового розпилювача рідини / Луговський О.Ф., Фесич В.П., Зілінський А.І., Лавриненков А.Д. // Mechanics and Advanced Technologies 2017р., №80 – Київ. с 113-123.
19. Спосіб ультразвукового кавітаційного очищення поверхонь. Патент України на корисну модель № 120452 опуб. 10.11.2017 Бюл. №21. Автор Луговський О.Ф., Мовчанюк А.В., Фесич В.П., Луговська К.О., Ляшок А.В., Гришко І.А
20. ГОСТ Р 53491.1 - 2009 «Басейни. Підготовка води. Частина 1. Загальні вимоги.
21. DIN 19643-1: 1997 »;
22. ГОСТ Р 53491.2 - 2012 «Басейни. Підготовка води. Частина 2. Вимоги безпеки »;
23. СП 30.13330.2012. Збірка правил. Внутрішній водопровід і каналізація будівель.
24. Актуалізована редакція СНиП 2.04.01-85 »;
25. СП 31.13330.2012. Збірка правил. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди.
26. Актуалізована редакція СНиП 2.04.02-84;
27. СанПин 2.1.4.1074 - 01 «Питна вода. Гігієнічні вимоги до якості води централізованих систем питного водопостачання. Контроль якості»;
28. СП 31 - 113 - 2004 «Басейни для плавання»;
29. СанПин 2.1.2.1188 - 03 «Плавальні басейни, гігієнічні вимоги до влаштування, експлуатації та якості води. Контроль якості»;
30. СанПин 2.1.2.1331-03 «Гігієнічні вимоги до влаштування, експлуатації та якості води аквапарків»;
31. DIN 19643 Aufbereitung von Schwimm - und Badebeckenwasser Teil 1, 2, 3, 4. Прийняті технічні рішення, відповідають вимогам екологічних, санітарно-гігієнічних, протипожежних та інших норм, що діють на території України, і забезпечують безпечну для життя і здоров'я людей експлуатацію об'єкту.

32. Бланк, С. Стартап. Настольная книга основателя / С. Бланк, Б. Дорф ; пер. с англ. Т. Гутман, И. Окунькова, Е. Бакушева. – 2-е изд. – Москва : Альпина Паблишер, 2014. – 614 с.
33. Дрейпер, У. Стартапы : профессиональные игры Кремниевой долины / У. Дрейпер ; предисл. Э. Шмидта ; пер. с англ. В. Егорова. – Москва : Эксмо, 2012. – 378 с.
34. Коэн, Д. Стартап в Сети : мастер-классы успешных предпринимателей / Д. Коэн, Б. Фелд ; пер. с англ. М. Иутина. – 2-е изд. – Москва : Альпина Паблишер, 2013. – 337 с.
35. Маллинс, Дж. Поиск бизнес-модели : как спасти стартап, вовремя сменив план / Дж. Маллинс, Р. Комисар ; пер. с англ. М. Пуксант и Е. Бакушевой. – Москва : Манн, Иванов и Фербер, 2012. – 329 с.
36. Сибикин, Ю.Д. Охрана труда и электробезопасность / Ю.Д. Сибикин. - М.: Радио и связь, 2012. - 408 с.
37. Беляков, Г.И. Безопасность жизнедеятельности. Охрана труда: Учебник для бакалавров / Г.И. Беляков. - М.: Юрайт, 2012. - 572 с.